



TUGAS AKHIR - SS145561

**PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG
MEMPENGARUHI JUMLAH KEMATIAN IBU DI JAWA
TIMUR TAHUN 2013 MENGGUNAKAN REGRESI
BINOMIAL NEGATIF**

BUNGA INDAH KUSUMA WARDANI
NRP 1312 030 016

Pembimbing
Dr. Purhadi, M.Sc

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SS145561

MODELLING OF FACTORS THAT AFFECT THE NUMBER OF MATERNAL MORTALITY IN EAST JAVA 2013 USING NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION

BUNGA INDAH KUSUMA WARDANI
NRP 1312 030 016

Supervisor
Dr. Purhadi, M.Sc

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics And Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH KEMATIAN IBU DI JAWA TIMUR TAHUN 2013 MENGGUNAKAN REGRESI BINOMIAL NEGATIF

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi Diploma III Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :


BUNGA INDAH KUSUMA WARDANI
NRP. 1312 030 016

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Purnadi, M.Sc
NIP. 19620204 198701 1 001

()

Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS


Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001
SURABAYA, JUNI 2015



PEMODELAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI JUMLAH KEMATIAN IBU DI JAWA TIMUR TAHUN 2013 MENGGUNAKAN REGRESI BINOMIAL NEGATIF

Nama Mahasiswa : Bunga Indah Kusuma Wardani
NRP : 1312030016
Program Studi : Diploma III
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Pembimbing : Dr. Purnadi, M.Sc

Abstrak

Kesehatan ibu merupakan indikator kesehatan masyarakat di sebuah negara. Salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat kesehatan perempuan adalah angka kematian ibu (AKI) atau maternal mortality ratio (MMR). Setiap tahun sekitar 160 juta perempuan diseluruh dunia mengalami proses kehamilan. Sebagian besar kehamilan berlangsung dengan aman. Namun, sekitar 15 % ibu hamil dapat menderita komplikasi yang mengancam jiwa ibu. Pemodelan jumlah kematian ibu perlu dilakukan untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu sehingga jumlah kematian ibu dapat diminimalisir. Jumlah kematian ibu yang mengikuti distribusi Poisson dapat dimodelkan dengan regresi Poisson. Pada pemodelan regresi Poisson ditemukan kasus overdispersi. Untuk menangani kasus overdispersi dilakukan pemodelan menggunakan regresi binomial negatif. Hasil dari penelitian ini adalah terdapat lima variabel yang berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu yaitu persentase penanganan ibu hamil mengalami komplikasi, persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A, persentase ibu hamil mendapatkan Fe³, rasio sarana kesehatan rumah sakit dan rasio sarana kesehatan puskesmas.

Kata Kunci: Jumlah Kematian Ibu, Regresi Binomial Negatif, Regresi Poisson, Overdispersi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

MODELLING OF FACTORS THAT AFFECT THE NUMBER OF MATERNAL MORTALITY IN EAST JAVA 2013 USING NEGATIVE BINOMIAL REGRESSION

Student Name : Bunga Indah Kusuma Wardani
NRP : 1312030016
Program : Diploma III
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Dr. Purhadi, M.Sc

Abstract

Maternal health is an indicator of public health in a country. One of the indicators used to measure the level of women's health is maternal mortality rate. Every year around 160 million women around the world experience the process of pregnancy. Most pregnancies take place safely . However , approximately 15 % of pregnant women can suffer life-threatening complications. Modeling of maternal mortality needs to be done to determine what factors influence the number of maternal mortality so that the number of maternal mortality can be minimized. The number of maternal mortality follow a P oisson distribution can be modeled by Poisson regression. Poisson regression modeling found overdispersion case. To handle the case, the modeling will using negative binomial regression. Results from this study is that there are five variables that affect the number of maternal mortality that is the percentage of pregnant women experience complications, the percentage of postpartum mothers receive vitamin A, the percentage of pregnant women get Fe3, the ratio of health facilities hospitals and the ratio of health facilities local government civil.

Key Words: Negative Binomial Regression, Overdispersion, Poisson Regression, The Number of Maternal Mortality.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan semua rahmat, taufik, hidayah dan barokah-Nya, serta shalawat dan salam dihaturkan kepada Nabi Muhammad SAW atas suri tauladannya dalam kehidupan. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Tahun 2013 Menggunakan Regresi Binomial Negatif”**.

Selesainya Laporan Tugas Akhir ini tak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Purnadi, M.Sc selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan ilmu, saran dan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun hingga selesainya laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Shofi Andari, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun hingga selesainya laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku Ketua Jurusan dan Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku Ketua Prodi DIII Statistika ITS yang telah memberikan fasilitas untuk kelancaran Tugas Akhir.
5. Ibu Ir. Mutiah Salamah, M.Kes selaku dosen wali yang telah banyak memberikan pengarahan selama masa kuliah serta seluruh dosen Statistika ITS yang telah memberikan ilmu selama belajar di Statistika ITS.
6. Seluruh dosen Jurusan Statistika yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan.
7. Seluruh karyawan Jurusan Statistika yang telah membantu kelancaran dalam pelaksanaan kegiatan perkuliahan.

8. Bapak Suwarni, Ibu Masfufah selaku orang tua dan Mas Dino selaku kakak yang selalu memberikan do'a, kasih sayang, dukungan dan semangat kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
9. Mbak Eriska Evadiani yang telah membantu kelancaran Tugas Akhir saya.
10. Sahabat-sahabat Galuh Ratnasari, Linda Hardianti, Ravika Ratna atas pengertian, semangat, hiburan, bantuan, saran serta waktu.
11. Teman-teman pejuang 112 yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Terimakasih untuk semangat dan bantuan sehingga kita mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman sigma 23 atas dukungan, semangat dan kebersamaannya.
13. Dan seluruh pihak yang tidak disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih belum sempurna, sehingga diharapkan saran dan kritik dari semua pihak untuk pengembangan selanjutnya. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Statistika Deskriptif	5
2.2 Multikolinieritas.....	5
2.3 Regresi Poisson.....	7
2.3.1 Penaksiran Parameter Regresi Poisson.....	7
2.3.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson	10
2.4 <i>Akaike Information Criterion (AIC)</i>	11
2.5 Overdispersi	12
2.6 Regresi Binomial Negatif	12
2.6.1 Penaksiran Parameter Regresi Binomial Negatif.....	13
2.6.2 Pengujian Parameter Regresi Binomial Negatif	17
2.7 Kematian Ibu Hamil.....	17
2.8 Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Sumber Data	21
3.2 Variabel Penelitian.....	21
3.3 Langkah Analisis	22
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	25

4.1	Deskripsi dan Peta Persebaran Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur 2013 Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi.....	25
4.1.1	Deskripsi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur 2013 dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi.....	25
4.1.2	Peta Persebaran Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur 2013	27
4.1.3	Peta Persebaran Persentase Ibu Hamil Melaksanakan Program K1 di Jawa Timur 2013	29
4.1.4	Peta Persebaran Persentase Ibu Hamil Melaksanakan Program K4 di Jawa Timur 2013	30
4.1.5	Peta Persebaran Persentase Penanganan Ibu Mengalami Komplikasi di Jawa Timur 2013.....	32
4.1.6	Peta Persebaran Persentase Ibu Nifas Mendapat Pelayanan 2013	33
4.1.7	Peta Persebaran Persentase Persalinan Ditolong Tenaga Kesehatan 2013	34
4.1.8	Peta Persebaran Persentase Ibu Nifas Mendapatkan Vitamin A 2013.....	36
4.1.9	Peta Persebaran Persentase Ibu Hamil Mendapatkan Fe3 2013.....	37
4.1.10	Peta Persebaran Rasio Sarana Kesehatan Rumah Sakit 2013	39
4.1.11	Peta Persebaran Rasio Sarana Kesehatan Puskesmas 2013	40
4.2	Pemeriksaan Multikolinieritas	41
4.3	Pemodelan Regresi Poisson.....	43
4.4	Pemeriksaan Overdispersi	45
4.5	Pemodelan Regresi Binomial Negatif	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian.....	21
Tabel 4. 1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian	26
Tabel 4. 2 Koefisien Korelasi Pearson	41
Tabel 4. 3 Nilai Eigen dan VIF.....	41
Tabel 4. 4 Estimasi Parameter Regresi Poisson.....	43
Tabel 4. 5 Model Binomial Negatif Kombinasi Variabel.....	44
Tabel 4. 6 Estimasi Parameter Regresi Binomial Negatif	47

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Langkah Analisis.....	23
Gambar 4.1	Persebaran Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur.....	27
Gambar 4.2	Persentase Ibu Hamil Melaksanakan Program K1.....	29
Gambar 4.3	Persentase Ibu Hamil Melaksanakan Program K4.....	31
Gambar 4.4	Persentase Penanganan Ibu Hamil Mengalami Komplikasi.....	32
Gambar 4.5	Persentase Ibu Nifas Mendapatkan Pelayanan....	33
Gambar 4.6	Persentase Persalinan ditolong Tenaga Kesehatan.....	35
Gambar 4.7	Persentase Ibu Nifas Mendapatkan Vitamin A...	36
Gambar 4.8	Persentase Ibu Hamil Mendapatkan Fe3.....	37
Gambar 4.9	Rasio Sarana Kesehatan Rumah Sakit.....	39
Gambar 4.10	Rasio Sarana Kesehatan Puskesmas.....	40

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahun 2000 merupakan tahun diadakannya Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) Milenium di New York dimana 189 negara di dunia menandatangani deklarasi *Millenium Development Goals* (MDGs). Penandatanganan deklarasi ini merupakan komitmen dari pemimpin-pemimpin dunia untuk mengurangi akibat kemiskinan dan kelaparan, mencapai pendidikan dasar untuk semua, mendorong kesetaraan *gender* dan pemberdayaan perempuan, menurunkan angka kematian anak, meningkatkan kesehatan ibu, memerangi HIV/AIDS, malaria dan penyakit menular lainnya, memastikan kelestarian lingkungan hidup, dan membangun kemitraan global pembangunan. Berdasarkan kedelapan tujuan utama MDGs tersebut dapat dikatakan bahwa kesehatan ibu merupakan indikator kesehatan masyarakat sebuah negara. Salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat kesehatan perempuan adalah angka kematian ibu (AKI) atau *maternal mortality ratio* (MMR). Menurut WHO (2010) yang dimaksud dengan kematian ibu adalah kematian wanita yang terjadi selama masa kehamilan atau dalam 42 hari setelah berakhirnya kehamilan, tanpa melihat usia dan lokasi kehamilan, oleh setiap penyebab yang berhubungan dengan atau diperberat oleh kehamilan atau penanganannya tetapi bukan oleh kecelakaan atau insidental (faktor kebetulan).

Target MDGs tahun 2015 untuk angka kematian ibu (AKI) adalah 102 kematian per 100.000 kelahiran hidup. Berdasarkan Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) tahun 2007 AKI Indonesia sebesar 228 per 100.000 kelahiran hidup merupakan angka tertinggi di Asia. Sedangkan pada SDKI tahun 2012 AKI di Indonesia mencapai 359 meninggal dunia per 100.000 kelahiran hidup. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang cukup pesat dibandingkan dengan SDKI 2007.

Setiap tahun sekitar 160 juta perempuan diseluruh dunia mengalami proses kehamilan. Sebagian besar kehamilan berlangsung dengan aman. Namun, sekitar 15 % ibu hamil dapat menderita komplikasi yang mengancam jiwa ibu. Komplikasi ini mengakibatkan kematian lebih dari setengah juta ibu setiap tahun. Dari jumlah ini diperkirakan 90 % terjadi di Asia dan Afrika subsahara, 10 % di negara berkembang lainnya, dan kurang dari 1 % di negara-negara maju (Prawiroharjo, 2009). Oleh karena itu penting bagi seorang ibu hamil untuk memeriksakan kehamilannya secara teratur pada petugas kesehatan untuk memastikan bahwa janin dan ibu dalam keadaan yang baik dan tidak mengalami komplikasi. Pemeriksaan kehamilan secara teratur pada petugas kesehatan biasa disebut *antenatal care* (ANC). Tujuan *antenatal care* yaitu untuk menjaga agar ibu hamil dapat melalui masa kehamilannya, persalinan dan nifas dengan baik dan selamat, serta menghasilkan bayi yang sehat (Dinkes, 2002). Dengan adanya kunjungan ANC tersebut selama masa kehamilan, diharapkan komplikasi yang mungkin terjadi akan dapat dikenali lebih dini dan dapat ditangani dengan tepat dan cepat. Hal ini akan mengurangi resiko kematian ibu hamil. Dalam istilah kesehatan ibu dan anak, kunjungan *antenatal* diberi kode K yang merupakan singkatan dari kunjungan. Pemeriksaan *antenatal* yang lengkap meliputi K1, K2, K3 dan K4.

K1 merupakan kontak ibu hamil yang pertama kali dengan petugas kesehatan untuk mendapatkan pemeriksaan kesehatan seorang ibu hamil sesuai standar pada trisemester pertama kehamilan dengan jumlah kunjungan minimal satu kali untuk mendapatkan pelayanan 7T. Sedangkan K4 merupakan kontak ibu hamil yang keempat atau lebih dengan petugas kesehatan untuk mendapatkan pemeriksaan kehamilan. Jika seorang ibu hamil memeriksakan kehamilannya yang pertama kali dan yang keempat atau lebih dengan petugas kesehatan, ibu akan dapat memantau kemajuan kehamilan, mengenali komplikasi pada ibu atau janin lebih awal.

Jumlah kematian ibu merupakan data *count* yang mengikuti distribusi Poisson. Sehingga untuk mengetahui faktor-faktor yang mungkin berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu, dilakukan pemodelan menggunakan metode regresi Poisson. Regresi Poisson merupakan model regresi nonlinier yang sering digunakan untuk mengatasi data *count* dimana variabel respon (Y) mengikuti distribusi Poisson. Pada regresi Poisson terdapat asumsi *equidispersi* yaitu nilai means sama dengan varian. Namun pada kenyataannya asumsi tersebut jarang terpenuhi, karena sering muncul *overdispersi* atau *underdispersi*. Munculnya *over/underdispersi* pada regresi Poisson akan menyebabkan estimasi parameter bias dan tidak efisien. Untuk mengatasi *over/underdispersi* pada regresi Poisson maka dilakukan regresi binomial negatif.

Beberapa penelitian tentang kematian ibu telah dilakukan sebelumnya oleh Novita (2012) dengan menggunakan *geographically weighted Poisson regression*, Aristia (2013) menggunakan metode regresi binomial negatif dan *geographically weighted Poisson regression*. Qomariyah (2013) melakukan penelitian jumlah kematian ibu menggunakan metode *geographically weighted Poisson regression*, Rachmah (2014) menggunakan metode *bivariate Poisson regression*. Evadiani (2014) melakukan analisis jumlah kematian ibu menggunakan *geographically weighted negative binomial regression* (GWNBR). Sedangkan Permana (2014) melakukan penelitian jumlah menggunakan metode *generalized poisson regression* dan regresi binomial negatif. Berdasarkan penelitian tersebut diperoleh beberapa variabel yang signifikan terhadap jumlah kematian ibu diantaranya persentase ibu hamil melaksanakan program K1, persentase ibu hamil melaksanakan program K4, persentase penanganan ibu hamil mengalami komplikasi, persentase ibu nifas mendapatkan pelayanan, persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan, persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A, persentase ibu hamil mendapatkan Fe3,

rasio sarana kesehatan rumah sakit dan rasio sarana kesehatan puskesmas.

Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh model terbaik jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2013 dengan sembilan prediktor dari hasil analisis regresi binomial negatif untuk mengatasi overdispersi pada regresi Poisson.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana pemodelan dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah kematian ibu di Jawa Timur dengan menggunakan regresi binomial negatif?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk menjawab rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas adalah mendapatkan model dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah kematian ibu di Jawa Timur dengan menggunakan regresi binomial negatif.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada instansi Pemerintahan khususnya Pemerintah Provinsi Jawa Timur untuk membantu mengambil kebijakan upaya penurunan jumlah kematian ibu. Sedangkan untuk mahasiswa, untuk memberikan wawasan terhadap metode regresi Poisson dan regresi binomial negatif sebagai aplikasi statistik dalam bidang kesehatan.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan data jumlah kematian ibu di Provinsi Jawa Timur tahun 2013 dengan unit penelitian sebanyak 29 kabupaten dan 9 kota di Jawa Timur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif yaitu analisis yang berhubungan dengan pengumpulan dan peringkasan data, serta penyajian data sehingga dapat memberikan informasi yang diinginkan (Walpole, 1995). Statistika deskriptif dapat menjelaskan dan menggambarkan karakteristik data yaitu dengan rata-rata, variansi, kuartil, minimum, maksimum dan sebagainya. Penyajian statistika deskriptif dapat berupa tabel maupun peta tematik.

Peta tematik merupakan peta yang menggambarkan informasi dengan tema tertentu dan untuk kepentingan tertentu (*land status*, penduduk, transportasi dll) dengan menggunakan peta rupabumi yang telah disederhanakan sebagai dasar untuk meletakkan informasi tematiknya. Contoh peta tematik adalah peta geologi, peta pegunungan lahan, peta persebaran objek wisata, peta kepadatan penduduk dan sebagainya.

2.2 Multikolinieritas

Multikolinearitas adalah kondisi terdapatnya hubungan linier atau korelasi yang tinggi antara masing-masing variabel independen dalam model regresi (Draper dan Smith, 1992). Ada tiga kriteria yang digunakan untuk mendeteksi multikolinieritas sebagai berikut (Hocking, 1996).

1. Jika koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) antar variabel prediktor lebih dari 0,95 maka terdapat korelasi antar variabel tersebut.

$$r_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.1)$$

2. Jika nilai VIF (*variance inflation factor*) lebih besar dari 10 menunjukkan adanya multikolinieritas antar variabel prediktor. Nilai VIF dinyatakan sebagai berikut.

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.2)$$

R_j^2 merupakan nilai koefisien determinasi antara variabel x_j dengan variabel x lainnya.

$$R_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.3)$$

3. Bila nilai minimum eigen (λ_i) pada matriks korelasi antar variabel prediktor kurang dari 0,05 maka menunjukkan adanya multikolinieritas antar variabel prediktor.

$$|\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}| = 0 \quad (2.4)$$

Dimana \mathbf{R} merupakan matriks korelasi antar variabel prediktor, \mathbf{I} merupakan matriks identitas dan λ merupakan nilai eigen yang dicari.

Solusi untuk mengatasi adanya kasus multikolinieritas yaitu dengan mengeluarkan variabel prediktor yang tidak signifikan dari dalam model atau dengan cara mengelompokkan variabel yang saling berkorelasi cukup tinggi dalam sebuah komponen yang membentuk variabel baru yaitu menggunakan *principal component regression* (PCR), sehingga mereduksi banyaknya dimensi regresi dan antar variabel baru tersebut tidak saling berkorelasi cukup tinggi.

2.3 Regresi Poisson

Regresi Poisson merupakan model regresi nonlinier yang sering digunakan untuk mengatasi data *count* dimana variabel respon (Y) mengikuti distribusi Poisson (Agresti, 2007). Distribusi Poisson merupakan bentuk distribusi untuk peristiwa yang probabilitas terjadinya sangat kecil dan bergantung pada interval waktu tertentu dengan hasil pengamatan berupa variabel diskrit. Fungsi distribusi Poisson dapat ditulis dalam bentuk umum $Y \sim \text{Poisson}(\mu)$ yang berarti bahwa Y merupakan variabel random berdistribusi Poisson dengan parameter μ dimana fungsi probabilitasnya adalah sebagai berikut (Myers, 1990).

$$P(Y = y) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.5)$$

Dengan μ merupakan rata-rata variabel random Y yang berdistribusi Poisson dimana rata-rata dan varians dari Y mempunyai nilai lebih besar dari nol. Sehingga model regresi Poisson adalah sebagai berikut.

$$\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i \bar{\boldsymbol{\beta}}) \quad (2.6)$$

Dengan $\mathbf{x}_i = [1 \ x_{1i} \ x_{2i} \ \dots \ x_{ki}]^T$, $\boldsymbol{\beta} = [\beta_0 \ \beta_1 \ \beta_2 \ \dots \ \beta_k]^T$ dan $i = 1, 2, \dots, n$.

2.3.1 Penaksiran Parameter Regresi Poisson

Metode yang digunakan untuk menaksir parameter regresi Poisson adalah *maximum likelihood estimation* (MLE). Metode statistik ini digunakan ketika distribusi variabelnya diketahui. Dalam regresi Poisson, parameter yang ditaksir adalah $\boldsymbol{\beta}$ dan hasil taksirannya disimbolkan dengan $\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Untuk mendapatkan nilai taksiran langkah yang dilakukan adalah menurunkan fungsi *likelihood* dari regresi Poisson dimana $\mu_i = \exp(\mathbf{x}_i \bar{\boldsymbol{\beta}})$. Berikut adalah fungsi *likelihood* untuk regresi Poisson (Cameron dan Trivedi, 1998).

$$\begin{aligned}
 L(\boldsymbol{\beta}) &= \prod_{i=1}^n \frac{\exp(-\mu_i) \mu_i^{y_i}}{y_i!} \\
 &= \frac{\exp(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) (\exp(\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))}{\prod_{i=1}^n y_i!} \quad (2.7)
 \end{aligned}$$

Fungsi *ln Likelihood* untuk model regresi Poisson adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \ln L(\boldsymbol{\beta}) &= \ln \frac{\exp(-\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta})) (\exp(\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}))}{\prod_{i=1}^n y_i!} \quad (2.8) \\
 &= -\sum_{i=1}^n \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta} - \sum_{i=1}^n \ln(y_i!)
 \end{aligned}$$

Kemudian diturunkan terhadap $\boldsymbol{\beta}^T$ dan disamakan dengan nol dan dapat diselesaikan dengan metode *Newton-Raphson* sebagai berikut.

$$\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}^T} = -\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} \exp(\mathbf{x}_i^T \boldsymbol{\beta}) + \sum_{i=1}^n y_i \mathbf{x}_i \quad (2.9)$$

Langkah-langkah dalam mengestimasi parameter model regresi Poisson adalah sebagai berikut (Cameron dan Trivedi, 1998).

1. Menentukan nilai estimasi awal parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_0$ menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS).

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_0 = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y}$$

Dimana,

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix} \text{ dan}$$

$$y = [y_1 \quad y_2 \quad \cdots \quad y_{nk}]^T$$

2. Mencari vektor gradien \mathbf{g}

$$\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})_{(k+1) \times 1} = \left(\frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0} \quad \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1} \quad \cdots \quad \frac{\partial \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k} \right)^T_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_m}$$

k merupakan banyaknya parameter yang ditaksir.

3. Membentuk matriks *Haessian* (\mathbf{H})

$$\mathbf{H}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})_{(k+1) \times (k+1)} = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0^2} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_1} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1^2} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_1 \partial \beta_k} & \cdots & \frac{\partial^2 \ln L(\boldsymbol{\beta})}{\partial \beta_k^2} \end{bmatrix}_{\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_m}$$

4. Setelah mendapatkan matriks *Haessian* \mathbf{H} , vektor gradien \mathbf{g} , dan nilai taksiran awal parameter $\hat{\boldsymbol{\beta}}_0$, kemudian nilai taksiran awal $\hat{\boldsymbol{\beta}}_0$ dimasukkan kedalam elemen-elemen vektor $\mathbf{g}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_0)$ dan matriks $\mathbf{H}(\hat{\boldsymbol{\beta}}_0)$.
5. Melakukan iterasi dengan menggunakan persamaan $\boldsymbol{\beta}_{(m+1)} = \boldsymbol{\beta}_{(m)} - \mathbf{H}^{-1}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})\mathbf{g}(\boldsymbol{\beta}_{(m)})$ yang dimulai dari $m = 0$.

Nilai $\beta_{(m)}$ merupakan sekumpulan penaksir parameter yang konvergen pada iterasi ke- m .

6. Jika parameter yang didapatkan belum konvergen, maka dilakukan kembali langkah ke 5 hingga iterasi $m = m + 1$. Iterasi berhenti pada keadaan konvergen, dimana $\|\beta_{(m+1)} - \beta_{(m)}\| \leq \varepsilon$, ε merupakan bilangan yang sangat kecil.

2.3.2 Pengujian Parameter Regresi Poisson

Pengujian parameter regresi Poisson dilakukan untuk mengetahui pengaruh secara suatu parameter terhadap model dengan taraf signifikansi tertentu. Metode yang digunakan dalam pengujian parameter model regresi Poisson adalah *maximum likelihood ratio test* (MLRT) dengan hipotesis sebagai berikut.

Pengujian hipotesis secara serentak:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_j \neq 0 \quad ; j = 1, 2, 3, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \Lambda = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) \quad (2.10)$$

Dimana,

$$L(\hat{\Omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}_i} \hat{\mu}_i^{y_i}}{y_i!} \quad ; \hat{\mu}_i = e^{(\mathbf{x}_i^T \hat{\beta})} \quad (2.11)$$

$$L(\hat{\omega}) = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\hat{\mu}} \hat{\mu}^{y_i}}{y_i!} \quad ; \hat{\mu} = e^{\beta_0}$$

$L(\hat{\omega})$ dan $L(\hat{\Omega})$ merupakan dua fungsi *likelihood* yang berhubungan dengan model regresi yang diperoleh. $L(\hat{\omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk himpunan parameter di bawah H_0 dan $L(\hat{\Omega})$ adalah nilai maksimum *likelihood* untuk himpunan parameter di bawah populasi.

Hipotesis awal ditolak apabila nilai $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(\alpha, k)}$, artinya minimal ada satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. $D(\hat{\beta})$ adalah devians model regresi Poisson yang dihitung pada seluruh parameter dalam model, dan merupakan statistik ratio *likelihood* yang mengikuti distribusi *chi-square* dengan derajat bebas k .

Dari hasil pembentukan model regresi Poisson, estimasi parameter belum tentu berpengaruh secara signifikan terhadap model. Sehingga perlu dilakukan pengujian secara parsial untuk melihat signifikansi parameter terhadap model tersebut. Berikut merupakan hipotesis uji partial (Hocking, 1996).

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad ; j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik uji yang digunakan untuk pengujian secara parsial adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (2.12)$$

Hipotesis awal ditolak apabila $|Z| > Z_{\alpha/2}$, artinya variabel ke- j berpengaruh secara signifikan terhadap model.

2.4 Akaike Information Criterion (AIC)

Salah satu ukuran untuk menentukan model terbaik adalah *Akaike Information Criterion* (AIC). AIC didefinisikan sebagai berikut (Bozdogan, 2000).

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\theta}) + 2k \quad (2.13)$$

Dimana $L(\hat{\theta})$ adalah nilai *likelihood*, dan k adalah jumlah parameter. Semakin kecil nilai AIC maka model akan semakin baik (Hu, 2007).

2.5 Overdispersi

Overdispersi pada regresi Poisson terjadi apabila nilai varians lebih besar dari nilai means. Overdispersi pada regresi Poisson menyebabkan estimasi dari parameter koefisien regresinya tetap konsisten namun tidak efisien. Hal ini akan berdampak pada nilai standar error yang menjadi *underestimate*, sehingga tidak valid.

Overdispersi dapat dideteksi dengan nilai dispersi *pearson Chi-Square* dan *deviance* yang dibagi dengan derajat kebebasannya. Jika hasil pembagian lebih dari 1, dapat dikatakan terjadi overdispersi pada data. Overdispersi dapat terjadi apabila terdapat pengamatan *missing* pada peubah penjelas, adanya pencilan data, perlunya interaksi dalam model, peubah penjelas perlu ditransformasi atau kesalahan spesifikasi link. Jika pada regresi Poisson terdapat kasus overdispersi, maka salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah regresi binomial negatif (Hardin dan Hilbe, 2007).

2.6 Regresi Binomial Negatif

Regresi binomial negatif merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson. Distribusi binomial negatif memiliki tiga komponen yaitu komponen random, komponen sistematis dan fungsi link (Greene, 2008). Variabel respon Y_i pada regresi binomial diasumsikan berdistribusi binomial negatif yang dihasilkan dari distribusi *mixture* Poisson-Gamma. Fungsi kepadatan peluang binomial negatif hasil distribusi *mixture* Poisson-gamma adalah sebagai berikut.

$$P(Y | \alpha, \beta) = \frac{\Gamma(y + \alpha)}{\Gamma(\alpha) y!} \left(\frac{1}{1 + \beta} \right)^\alpha \left(1 - \frac{1}{1 + \beta} \right)^y, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.14)$$

Nilai mean dan varians dari distribusi *mixture* Poisson-gamma tersebut adalah $E[Y] = \alpha\beta$ dan $V[Y] = \alpha\beta + \alpha\beta^2$.

Kontribusi variabel prediktor dalam model regresi binomial negatif dinyatakan dalam bentuk kombinasi linier antara

parameter dengan parameter (η) regresi yang akan diestimasi yaitu.

$$\eta_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{ik} \quad (2.15)$$

Atau dalam matriks dituliskan dalam bentuk $\boldsymbol{\eta} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$ dengan $\boldsymbol{\eta}$ adalah vektor ($n \times 1$) dari observasi, \mathbf{X} adalah matriks ($n \times c$) dari variabel prediktor, $\boldsymbol{\beta}$ adalah matriks ($c \times 1$) dari koefisien regresi dengan $c = k + 1$. Nilai ekspektasi variabel respon Y adalah diskrit dan bernilai positif. Maka untuk mentransformasikan nilai η_i (bilangan riil) ke rentang yang sesuai dengan rentang pada respon Y yang diperlukan suatu fungsi link $g(\cdot)$ yaitu (Greene, 2008).

$$g(\mu_i) = \ln \mu_i = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad (2.16)$$

2.6.1 Penaksiran Parameter Regresi Binomial Negatif

Untuk membentuk model regresi pada distribusi binomial negatif maka nilai parameter distribusi *mixture* dinyatakan dalam

bentuk $\mu = ab$ dan $\theta = \frac{1}{a}$. Metode yang digunakan untuk

menaksir parameter regresi binomial negatif adalah metode maksimum *likelihood* dengan prosedur *Newton-Raphson*. Metode ini membutuhkan turunan pertama dan kedua fungsi *likelihood*. Y_i mempunyai fungsi massa probabilitas distribusi binomial negatif sebagai berikut.

$$f(y_i | \mu_i, \theta) = \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\theta})}{\Gamma(\frac{1}{\theta}) y_i!} \left(\frac{1}{1 + \theta \mu_i} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left(\frac{\theta \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i}, y = 0, 1, 2, \dots \quad (2.17)$$

Jika θ menuju 0 $V[Y] = E[Y] = \mu$ sehingga binomial negatif akan mendekati distribusi Poisson. Karena fungsinya saling bebas, maka fungsi log-*likelihood* adalah.

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \prod_{i=1}^n \frac{\Gamma(y_i + \frac{1}{\theta})}{\Gamma(\frac{1}{\theta}) r(y_i + 1)} \left(\frac{1}{1 + \theta \mu_i} \right)^{\frac{1}{\theta}} \left(\frac{\theta \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right)^{y_i}$$

Dengan $\frac{\Gamma(y_i + 1/\theta)}{\Gamma(1/\theta)} = \prod_{r=1}^{y_i-1} (r + \theta^{-1})$

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \prod_{i=1}^n \left(\prod_{r=1}^{y_i-1} (r + \theta^{-1}) \right) \frac{1}{(y_i!)} \left(\frac{1}{1 + \theta\mu_i} \right)^{1/\theta} \left(\frac{\theta\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right)^y$$

$$L(\boldsymbol{\beta}, \theta) = \ln \{ L(\boldsymbol{\beta}, \theta) \}$$

$$= \sum_{i=1}^n \left[\left(\sum_{r=1}^{y_i-1} \ln(r + \theta^{-1}) \right) - \ln(y_i!) + y_i \ln(\theta\mu_i) - (\theta^{-1} + y_i) \ln(1 + \theta\mu_i) \right]$$

Turunan pertama dari fungsi *log-likelihood* terhadap koefisien $\boldsymbol{\beta}$ adalah

$$\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0} = \sum_{i=1}^n \left[y_i - (y_i + \theta^{-1}) \left(\frac{\theta\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right) \right] = \sum_{i=1}^n \left[\frac{y_i - \mu_i}{1 + \theta\mu_i} \right] = 0$$

⋮

$$\frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_k} = \sum_{i=1}^n \left[y_i x_{ik} - (y_i + \theta^{-1}) \left(\frac{\theta\mu_i x_{ik}}{1 + \theta\mu_i} \right) \right]$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_k} &= \sum_{i=1}^n \left[\frac{(y_i - \mu_i) x_{ik}}{1 + \theta\mu_i} \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \left[\frac{\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \frac{(y_i - \mu_i) x_{ik}}{\mu_i} \right] = 0 \end{aligned}$$

Bentuk persamaan matriks dari turunan pertama fungsi *log-likelihood* terhadap parameter $\boldsymbol{\beta}$ yaitu $\mathbf{q} = \mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{z}$, \mathbf{W} merupakan matriks *weight* diagonal ke- i dan \mathbf{z} adalah vektor matriks dengan baris ke- i , dengan masing-masing elemennya adalah

$$w_i = \frac{\mu_i}{1 + \theta\mu_i} \text{ dan } z_i = \frac{(y_i - \mu_i)}{\mu_i} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Turunan pertama dari fungsi *log-likelihood* terhadap parameter dispersi θ adalah

$$f'(\theta) = \frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \left[-\theta^{-2} \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{1}{r + \theta^{-1}} + \frac{y_i}{\theta} + \theta^{-2} \ln(1 + \theta \mu_i) - \frac{(\theta^{-1} + y_i) \mu_i}{1 + \theta \mu_i} \right] = 0$$

$$f'(\theta) = \frac{\partial L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \theta} = \sum_{i=1}^n \left[-\theta^{-2} \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{1}{r + \theta^{-1}} + \frac{y_i}{\theta} + \theta^{-2} \ln(1 + \theta \mu_i) + \frac{y_i - \mu_i}{\theta(1 + \theta \mu_i)} \right] = 0$$

Turunan parsial kedua fungsi *log-likelihood* terhadap parameter koefisien regresi β adalah

$$\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0^2} = - \sum_{i=1}^n \left[\frac{(1 + \theta y_i) \mu_i}{(1 + \theta \mu_i)^2} \right]$$

$$\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{-\mu_i x_{ik} (1 + \theta \mu_i) - (y_i - \mu_i)(x_{ik} \theta \mu_i)}{(1 + \theta \mu_i)^2} \right]$$

$$\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0 \partial \beta_k} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(1 + \theta y_i) x_{ik} \mu_i}{(1 + \theta \mu_i)^2} \right]$$

Misalkan turunan parsial pertama dari $L(\boldsymbol{\beta}, \theta)$ terhadap β_k , $k \leq p$

adalah $\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_0^2} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(y_i + \mu_i) x_{ik}}{(1 + \theta \mu_i)^2} \right] = 0$, maka turunan

parsial kedua terhadap β_u , $u \leq p$ adalah

$$\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_u \partial \beta_k} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{-\mu_i x_{iu} x_{ik} (1 + \theta \mu_i) - (y_i - \mu_i)(x_{iu} x_{ik} \theta \mu_i)}{(1 + \theta \mu_i)^2} \right]$$

$$\frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_u \partial \beta_k} = - \sum_{i=1}^n \left[\frac{(1 + \theta y_i) x_{iu} x_{ik} \mu_i}{(1 + \theta \mu_i)^2} \right]$$

Ekspektasi dari turunan kedua *log-likelihood* adalah

$$E \left(- \frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \beta_u \partial \beta_k} \right) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{x_{iu} x_{ik} x_i}{(1 + \theta \mu_i)} \right] \quad (2.18)$$

Jika eskpekasi dari turunan kedua *log-likelihood* dinyatakan dalam matriks \mathbf{J} yaitu matriks yang mengandung ekspektasi negatif dari turunan kedua *log-likelihood* maka $\mathbf{J} = \mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X}$,

dengan \mathbf{X} adalah matriks dari variabel prediktor, \mathbf{W} adalah matriks *weight* diagonal ke- i dengan elemen : $w_i = \frac{\mu_i}{1 + \theta\mu_i}$

Turunan kedua fungsi *log-likelihood* terhadap parameter dispersi θ adalah

$$f''(\theta) = \frac{\partial^2 L(\boldsymbol{\beta}, \theta)}{\partial \theta^2} = \sum_{i=1}^n \left[\theta^{-3} \sum_{r=0}^{y_i-1} \frac{(2r + \theta^{-1})}{(r + \theta^{-1})^2} - 2\theta^{-3} \ln(1 + \theta\mu_i) + \frac{-\theta^2 \mu_i}{(1 + \theta\mu_i)} - \frac{(y_i - \mu_i)(1 + 2\theta\mu_i)}{(\theta + \theta^2 \mu_i)^2} \right]$$

Langkah-langkah estimasi parameter regresi binomial negatif dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

1. Menentukan estimasi awal θ , misal $\hat{\theta}_1 = 0$
2. Menentukan estimasi maksimum *likelihood* dari parameter $\boldsymbol{\beta}$ menggunakan iterasi *Fisher scoring* dengan asumsi $\theta = \hat{\theta}_1$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{i+1} = \hat{\boldsymbol{\beta}}_i + (\mathbf{X}^T \mathbf{W}_i \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_i \mathbf{z}_i$$

Iterasi berhenti jika diperoleh $\|\hat{\boldsymbol{\beta}}_{i+1} - \hat{\boldsymbol{\beta}}_i\| \leq \varepsilon$

3. Menggunakan $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ untuk menghasilkan estimasi dari parameter θ dengan menggunakan iterasi *Newton-Raphson* satu variabel.

$$\hat{\theta}_{i+1} = \hat{\theta}_i - \frac{f'(\hat{\theta}_i)}{f''(\hat{\theta}_i)}$$

Iterasi berakhir jika diperoleh $|\hat{\theta}_{i+1} - \theta_i| \leq \varepsilon$

4. Jika $|\hat{\theta}_{i+1} - \theta_i| \leq \varepsilon$ selesai; bila tidak, gunakan parameter $\theta = \hat{\theta}_{i+1}$ dan kembali ke langkah 2, nilai ε merupakan bilangan positif yang sangat kecil.

2.6.2 Pengujian Parameter Regresi Binomial Negatif

Pengujian signifikansi secara serentak untuk estimasi parameter model regresi binomial negatif menggunakan uji devians dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1: \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji:

$$D(\hat{\beta}) = -2 \ln \left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \right) = 2 \left(\ln L(\hat{\Omega}) - \ln L(\hat{\omega}) \right) \quad (2.19)$$

Hipotesis awal ditolak apabila $D(\hat{\beta}) > \chi^2_{(k, \alpha)}$, artinya minimal ada satu variabel yang berpengaruh signifikan terhadap model.

Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi secara parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap model dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, k$$

Statistik Uji:

$$Z = \frac{\hat{\beta}_j}{\hat{SE}(\hat{\beta}_j)} \quad (2.20)$$

Hipotesis awal ditolak apabila $|Z| > Z_{\alpha/2}$, artinya parameter ke- j signifikan terhadap model.

2.7 Kematian Ibu Hamil

Pada International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, Tenth Revision (ICD-10), WHO mendefinisikan kematian maternal adalah kematian seorang wanita saat masa hamil atau dalam 42 hari setelah terminasi kehamilan, terlepas dari durasi dan lokasi kehamilan, dari setiap penyebab yang berhubungan dengan atau diperburuk oleh kehamilan atau pengelolaannya, tetapi bukan dari sebab-sebab kebetulan atau insidental. Menurut Mochtar (1998) faktor-faktor yang mempengaruhi kematian maternal adalah sebagai berikut.

1. Faktor Umum

Perkawinan, kehamilan, dan persalinan di luar kurun waktu reproduksi yang sehat, terutama pada usia muda. Risiko kematian pada kelompok umur di bawah 20 tahun dan pada kelompok di atas 35 tahun adalah tiga kali lebih tinggi dari kelompok umur reproduksi sehat, yaitu 20-34 tahun.

2. Faktor Paritas

Ibu dengan riwayat hamil dan bersalin lebih dari enam kali (*grandemultipara*) berisiko delapan kali lebih tinggi mengalami kematian.

3. Faktor Perawatan Antenatal

Kesadaran ibu hamil untuk memeriksakan kandungannya masih rendah. Hal ini menyebabkan faktor risiko yang sebenarnya dapat dicegah menjadi meningkat atau memperburuk keadaan ibu.

4. Faktor Penolong

Sekitar 70-80% persalinan masih ditolong oleh dukun beranak. Setelah persalinan terlantar dan tidak dapat maju dengan disertai komplikasi kemudian dikirim ke fasilitas kebidanan yang memadai.

5. Faktor Sarana dan Fasilitas

Sarana dan fasilitas rumah sakit, penyediaan darah dan obat-obatan yang murah masih ada yang belum terjangkau oleh masyarakat.

6. Faktor Sistem Rujukan

Agar pelayanan kebidanan mudah dicapai, pemerintah telah menetapkan seorang ahli kebidanan di setiap ibu kota kabupaten, namun belum sempurna.

7. Faktor Lainnya

Yaitu faktor sosial ekonomi, kepercayaan, budaya, pendidikan, ketidaktahuan dan sebagainya.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu mengenai kematian ibu dilakukan oleh Novita (2012) dengan judul “Pendekatan *Maternal Mortality* di

Jawa Timur dengan Pendekatan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)” dengan kesimpulan bahwa variabel persentase sarana kesehatan berpengaruh secara signifikan di setiap Kabupaten/Kota, sedangkan variabel persentase ibu hamil berisiko tinggi ditangani serta variabel persentase bidan tidak berpengaruh di seluruh kabupaten/kota.

Penelitian lain mengenai kematian ibu dilakukan oleh Aristia (2013) dengan judul “Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu Hamil di Jawa Timur Menggunakan Regresi Binomial Negatif dan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR)” dengan kesimpulan bahwa persentase rumah tangga berperilaku hidup sehat berpengaruh secara signifikan.

Penelitian lain mengenai kematian ibu dilakukan oleh Qomariyah (2013) dengan judul “Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR) Ditinjau dari segi Fasilitas Kesehatan” dengan kesimpulan bahwa variabel persentase kunjungan ibu hamil K1, persentase ibu nifas yang mendapatkan pelayanan kesehatan, persentase Puskesmas yang melakukan kegiatan pelayanan antenatal terintegrasi dan persentase Puskesmas memiliki pedoman pencegahan dan penanganan malaria ibu hamil berpengaruh secara signifikan di setiap kabupaten/kota.

Penelitian lain mengenai kematian ibu dilakukan oleh Rachmah (2014) dengan judul “Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan *Bivariate Poisson Regression*” dengan kesimpulan bahwa variabel persentase tenaga kesehatan berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kematian ibu.

Penelitian lain mengenai kematian ibu dilakukan oleh Evadianti (2014) dengan judul “Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Tahun Dengan *Geographically Weighted Negative Binomial Regression* (GWNBR)” dengan kesimpulan variabel persentase ibu hamil mendapatkan Fe3, persentase penanganan

ibu yang mengalami komplikasi, persentase ibu nifas yang mendapatkan vitamin A, rasio sarana kesehatan rumah sakit dan rasio sarana kesehatan puskesmas berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu.

Sedangkan menurut Permana (2014) dengan judul “Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Dengan Pendekatan *Generalized Poisson Regression* (GPR) dan Regresi Binomial Negatif” dengan kesimpulan menggunakan regresi binomial negatif variabel persentase ibu hamil melaksanakan program K4, persentase ibu nifas yang mendapatkan vitamin A, persentase persalinan ditolong oleh tenaga kesehatan dan persentase ibu hamil mendapatkan Fe3 berpengaruh terhadap jumlah kematian ibu.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2013 dengan unit penelitian merupakan data setiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur sebanyak 38 Kabupaten/Kota.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu variabel respon (Y) dan variabel prediktor (X) sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Definisi Variabel
Y	Jumlah kematian ibu	Jumlah kematian ibu saat hamil, bersalin dan nifas.
X ₁	Persentase ibu hamil melaksanakan program K1	Persentase ibu hamil yang melakukan kontak pertama dengan tenaga kesehatan untuk mendapatkan pelayanan ante-natal.
X ₂	Persentase ibu hamil melaksanakan program K4	Persentase kunjungan ibu hamil yang memperoleh pelayanan antenatal sesuai dengan standar paling sedikit empat kali.
X ₃	Persentase penanganan Ibu hamil mengalami komplikasi	Persentase ibu hamil yang mempunyai kondisi beresiko/berbahaya pada waktu kehamilan maupun persalinan dan telah ditangani sesuai prosedur.
X ₄	Persentase ibu nifas mendapatkan pelayanan	Persentase pelayanan kesehatan ibu nifas pada saat melahirkan dan 42 hari pasca persalinan.
X ₅	Persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan	Persentase persalinan yang proses kelahirannya dibantu oleh tenaga kesehatan professional.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian (Lanjutan)

Variabel	Keterangan	Definisi Variabel
X ₆	Persentase ibu nifas mendapatkan Vit.A	Persentase ibu dalam masa nifas yang memperoleh pemberian kapsul vitamin A sebanyak dua kali (2x24jam).
X ₇	Persentase ibu hamil mendapatkan Fe3	Persentase ibu hamil yang mendapatkan 90 tablet penambah darah tambahan zat besi sebagai upaya pencegahan dan penanggulangan anemia gizi besi.
X ₈	Rasio sarana kesehatan Rumah Sakit	Rasio antara jumlah rumah sakit dengan jumlah penduduk di suatu wilayah
X ₉	Rasio sarana kesehatan Puskesmas	Rasio antara jumlah puskesmas dengan jumlah penduduk di suatu wilayah

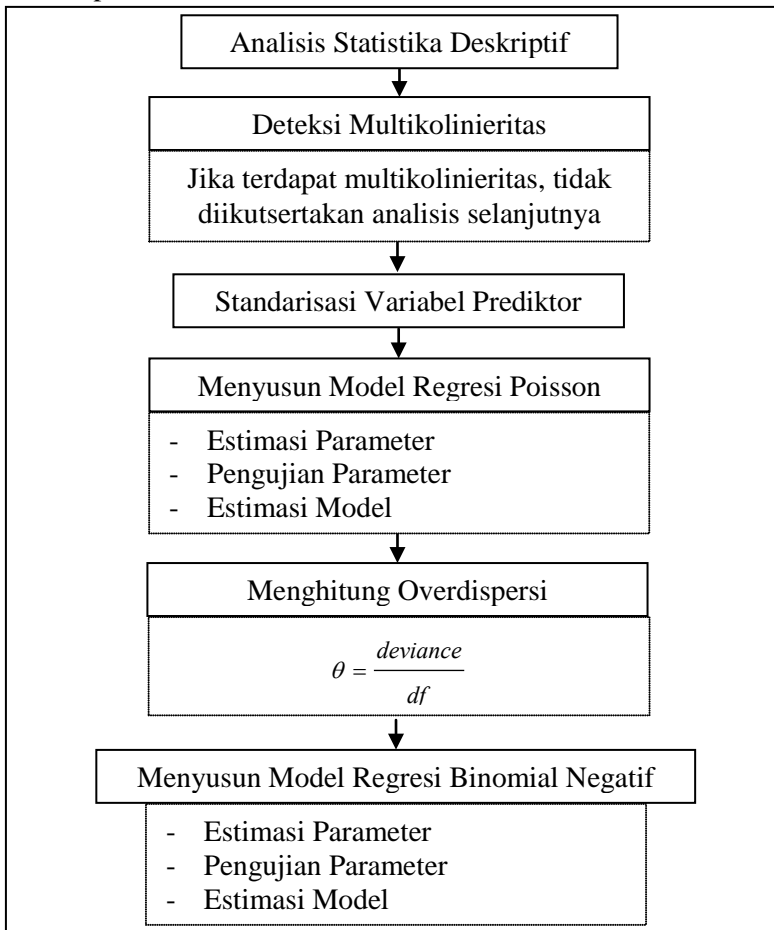
3.3 Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan pada saat melakukan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan variabel respon dan prediktor faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu.
2. Mendeteksi multikolinieritas variabel prediktor dengan korelasi Pearson, VIF dan nilai eigen.
3. Menstandardize variabel prediktor faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu.
4. Mendapatkan model terbaik dari regresi Poisson pada pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - a. Menaksir parameter model menggunakan metode MLE dan *Newton-Raphson*.
 - b. Melakukan pengujian parameter yang signifikan terhadap model secara serentak dan parsial.
 - c. Menginterpretasi model regresi Poisson.
5. Memeriksa overdispersi data.

6. Mendapatkan model terbaik dari regresi binomial negatif pada pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu dengan langkah-langkah sebagai berikut.
- Menaksir parameter model regresi binomial negatif.
 - Melakukan pengujian parameter yang signifikan terhadap model secara serentak dan parsial.
 - Menginterpretasi model regresi binomial negatif.

Diagram alir dari langkah-langkah analisis diatas dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Langkah Analisis

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan hasil analisis untuk menjawab rumusan masalah yang meliputi deskripsi data jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2013 beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya, pemeriksaan multikolinieritas, analisis regresi Poisson, pemeriksaan overdispersi kemudian dilanjutkan analisis regresi binomial negatif untuk mengatasi overdispersi pada data dan mendapatkan model terbaik serta mendapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kematian ibu di Provinsi Jawa Timur tahun 2013.

4.1 Deskripsi dan Peta Persebaran Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur 2013 dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Deskripsi jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2013 akan dijelaskan dengan dua cara yaitu statistika deskriptif berupa tabel yang berisi rata-rata, varians, minimum dan maksimum, dan peta persebaran jumlah kematian ibu beserta faktor yang mempengaruhinya. Peta persebaran jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2013 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya ditampilkan dengan peta tematik menggunakan *Software ArcView GIS 3.3*. Variabel respon yaitu jumlah kematian akan dibagi menjadi lima kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Sedangkan variabel prediktor yang berjumlah sebanyak 9 variabel akan dibedakan menjadi empat kategori berdasarkan kuartil.

4.1.1 Deskripsi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur 2013 dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang terletak di Pulau Jawa dengan ibu kota provinsi terletak di Kota Surabaya. Luas wilayah Provinsi Jawa Timur yaitu sebesar

47.992 km² dengan jumlah penduduk pada tahun 2010 sebanyak 37.476.757 jiwa.

Sebagai gambaran awal mengenai kasus jumlah kematian ibu di Jawa Timur, akan disajikan statistika deskriptif dari jumlah kematian ibu dan faktor-faktor yang mempengaruhi sebanyak 9 variabel prediktor pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Statistika Deskriptif Variabel Penelitian

Variabel	Mean	Varsians	Minimum	Maximum
Y	16,89	126,2	1	49
X1	94,777	23,21	81,31	100
X2	87,57	51,86	69,78	100
X3	86,6	118,73	60,81	100
X4	90,522	26,042	79,94	100
X5	91,849	24,309	81,53	100
X6	85,63	71,75	65,6	100
X7	83,8	50,44	67,6	98,2
X8	1,231	1,671	0,11	5,66
X9	0,8295	0,0449	0,38	1,32

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata jumlah kematian ibu di Jawa Timur pada tahun 2013 adalah sebanyak 17 kasus dengan varsians sebesar 126,2. Besarnya nilai varsians tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang besar jumlah kematian ibu antar kabupaten/kota di Jawa Timur. Jumlah kasus kematian ibu terbanyak yaitu di Kota Surabaya sebanyak 49 kasus. Sedangkan kasus jumlah kasus kematian ibu paling sedikit yaitu Kota Blitar, Kota Mojokerto dan Kota Batu sebanyak 1 kasus.

Variabel prediktor yang memiliki nilai varsians tertinggi yaitu persentase penanganan ibu hamil mengalami komplikasi (X_3) sebesar 118,73 dengan rata-rata 86,6%. Kabupaten/kota dengan persentase penanganan ibu hamil mengalami komplikasi tertinggi adalah Kabupaten Lumajang, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Bojonegoro dan Kota Madiun. Kabupaten/kota dengan persentase penanganan ibu hamil mengalami komplikasi terendah adalah Kabupaten Bangkalan.

Variabel prediktor yang memiliki nilai varsians tertinggi kedua yaitu persentase ibu hamil melaksanakan program K4 (X_2) sebesar 51,86 dengan rata-rata 87,57%. Kabupaten/kota dengan

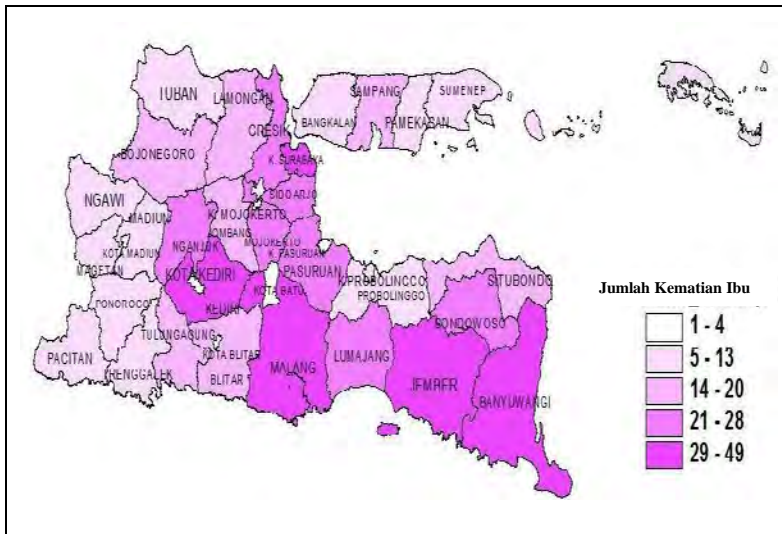
persentase ibu hamil melaksanakan program K4 tertinggi adalah Kota Kediri. Kabupaten/kota dengan persentase ibu hamil melaksanakan program K4 terendah adalah Kabupaten Jember.

Variabel prediktor yang memiliki nilai varians terendah yaitu rasio sarana kesehatan puskesmas (X_9) sebesar 0,0449 dengan rata-rata 0,8295. Kabupaten/kota dengan rasio sarana kesehatan puskesmas tertinggi adalah Kabupaten Pacitan. Kabupaten/kota dengan rasio sarana kesehatan puskesmas terendah adalah Kabupaten Sidoarjo.

Variabel prediktor yang memiliki nilai varians terendah kedua yaitu rasio sarana kesehatan rumah sakit (X_8) sebesar 1,671 dengan rata-rata 1,231. Kabupaten/kota dengan rasio sarana kesehatan rumah sakit tertinggi adalah Kota Mojokerto. Kabupaten/kota dengan rasio sarana kesehatan rumah sakit terendah adalah Kabupaten Sampang.

4.1.2 Peta Persebaran Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur 2013

Pada tahun 2013 jumlah kematian ibu di Provinsi Jawa Timur adalah sebanyak 645 kasus dengan rata-rata sebanyak 17 kasus dan varians sebesar 126,2. Dari 645 jumlah kematian ibu di Jawa Timur, Kota Surabaya memiliki jumlah kematian ibu tertinggi yaitu sebanyak 49 kasus, sedangkan jumlah kematian ibu terendah adalah Kota Blitar, Kota Mojokerto dan Kota Batu masing-masing sebanyak 1 kasus.



Gambar 4. 1 Persebaran Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur

menjadi lima kategori yaitu sangat rendah (1 - 4 kasus), rendah (5 - 13 kasus), sedang (14 - 20 kasus), tinggi (21 - 28 kasus) dan sangat tinggi (29 - 48 kasus). Rata-rata jumlah kematian ibu di Jawa Timur masuk kategori sedang. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat rendah yaitu Kota Madiun, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Batu, Kota Pasuruan dan Kota Mojokerto. Kabupaten/kota yang masuk kategori sedang yaitu Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Jombang, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Sampang. Sedangkan Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Jember, Kabupaten Malang, Kabupaten Kediri dan Kota Surabaya masuk kategori jumlah kematian ibu yang sangat tinggi. Tinggi atau rendahnya jumlah kematian ibu dipengaruhi oleh variabel prediktor di kabupaten/kota tersebut, dengan variabel prediktor diantaranya persentase ibu hamil melaksanakan program K1, persentase ibu hamil melaksanakan program K4, persentase penanganan ibu hamil mengalami komplikasi, persentase ibu nifas mendapatkan pelayanan, persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan, persentase ibu

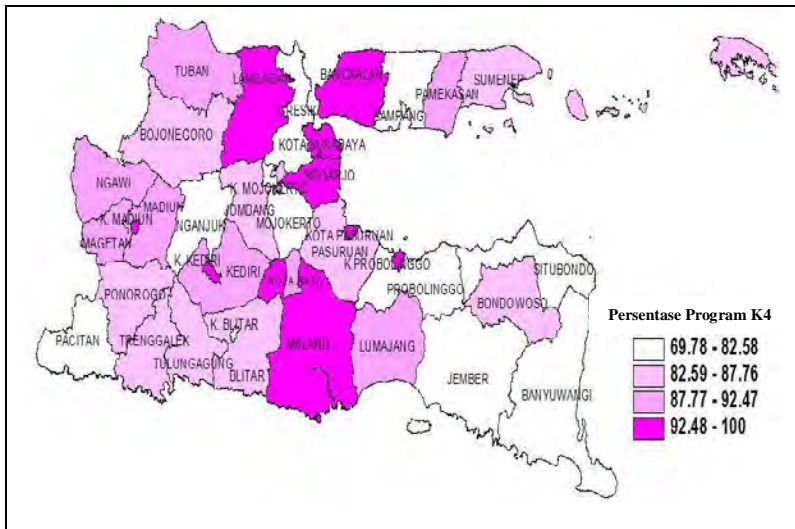
nifas mendapatkan vitamin A, persentase ibu hamil mendapatkan Fe³, rasio sarana kesehatan rumah sakit dan rasio sarana kesehatan puskesmas. Peta persebaran ke-9 variabel prediktor tersebut akan dijelaskan sebagai berikut.

4.1.3 Peta Persebaran Persentase Ibu Hamil Melaksanakan Program K1 di Jawa Timur 2013

Pada saat hamil, penting bagi seorang ibu untuk memeriksakan kehamilannya kepada petugas kesehatan untuk memastikan bahwa janin dan ibu dalam keadaan yang baik dan tidak mengalami komplikasi. Dalam istilah kesehatan ibu dan anak, kunjungan ibu hamil ke petugas kesehatan disebut *antenatal care*. Salah satu rangkaian *antenatal care* adalah K1. K1 merupakan kontak ibu hamil yang pertama kali dengan petugas kesehatan untuk mendapatkan pemeriksaan kesehatan seorang ibu hamil sesuai standar pada trisemester pertama kehamilan dengan jumlah kunjungan minimal satu kali untuk mendapatkan pelayanan 7T. Rata-rata persentase ibu hamil melaksanakan program K1 di Jawa Timur adalah 94,777 %. Persentase ibu hamil melaksanakan program K1 tertinggi adalah Kabupaten Lumajang, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Sampang, Kota Kediri, Kota Probolinggo, Kota Madiun dan Kota Surabaya sebesar 100%. Persentase ibu hamil melaksanakan program K1 terendah adalah Kota Blitar sebesar 81,31%.

Gambar 4.2 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya persentase ibu hamil melaksanakan program K1. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah dengan persentase sebesar 81,31% sampai 91,38%. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan persentase 91,39% sampai 95,45%. Kategori 3 yaitu tinggi dengan persentase sebesar 95,46% sampai 99,69%. Kategori 4 yaitu sangat tinggi dengan persentase 99,70% sampai 100%. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat rendah adalah Kabupaten Ngawi, Kabupaten Pacitan, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Jombang, Kabupaten Gresik, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Banyuwangi. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat tinggi

Gambar 4.3 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya persentase ibu hamil melaksanakan program K4. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah dengan persentase sebesar 69,78% sampai 82,58%. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan persentase sebesar 82,59% sampai 87,76%. Kategori 3 yaitu kategori tinggi dengan persentase sebesar 87,77% sampai 92,47%. Kategori 4 yaitu kategori sangat tinggi dengan persentase sebesar 92,48% sampai 100%. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat rendah adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Gresik, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Jember, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Banyuwangi. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat tinggi adalah Kabupaten Lamongan, Kabupaten Malang, Kabupaten Bangkalan, Kota Madiun, Kota Kediri, Kota Surabaya, Kota Pasuruan dan Kota Probolinggo.

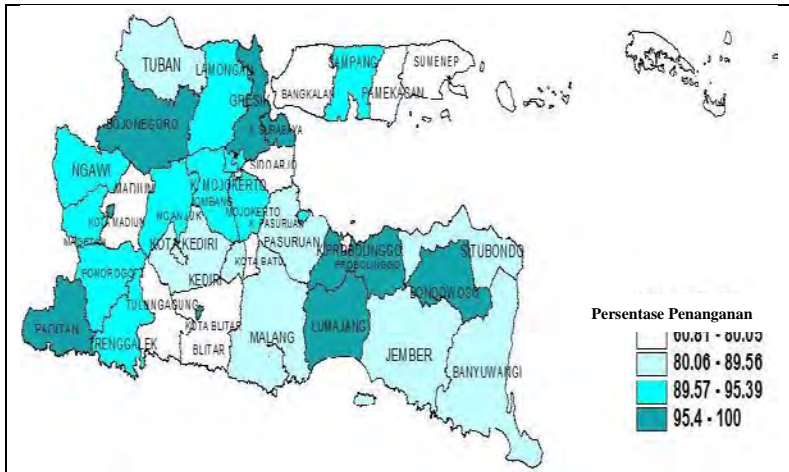


Gambar 4. 3 Persentase Ibu Hamil Melaksanakan Program K4

4.1.5 Peta Persebaran Persentase Penanganan Ibu Mengalami Komplikasi di Jawa Timur 2013

Komplikasi kebidanan adalah kesakitan pada ibu hamil, ibu bersalin, ibu nifas dan atau janin dalam kandungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, termasuk penyakit menular dan tidak menular yang dapat mengancam jiwa ibu dan atau janin, yang tidak disebabkan oleh trauma/kecelakaan. Lima penyebab kematian ibu terbesar adalah pendarahan, hipertensi dalam kehamilan (HDK), infeksi, partus lama/macet dan abortus. Rata-rata persentase penanganan ibu mengalami komplikasi di Jawa Timur adalah 86,6%. Kabupaten/kota dengan persentase penanganan ibu mengalami komplikasi tertinggi adalah Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Bojonegoro dan Kota Madiun yaitu sebesar 100%. Kabupaten /kota dengan persentase penanganan ibu mengalami komplikasi terendah adalah Kabupaten Bangkalan yaitu sebesar 60,81%.

Gambar 4.4 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya persentase penanganan ibu mengalami komplikasi. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah dengan persentase sebesar 60,81% sampai 80,05%. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan persentase sebesar 80,06% sampai 89,56%. Kategori 3 yaitu kategori tinggi dengan persentase sebesar 89,57% sampai 95,39%. Kategori 4 yaitu kategori sangat tinggi dengan persentase sebesar 95,40% sampai 100%. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat rendah adalah Kabupaten Sumenep, Kabupaten Pamekasan, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Madiun, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Blitar, Kota Batu dan Kota Probolinggo. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat tinggi adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Gresik, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bondowoso, Kota Madiun, Kota Blitar dan Kota Surabaya.



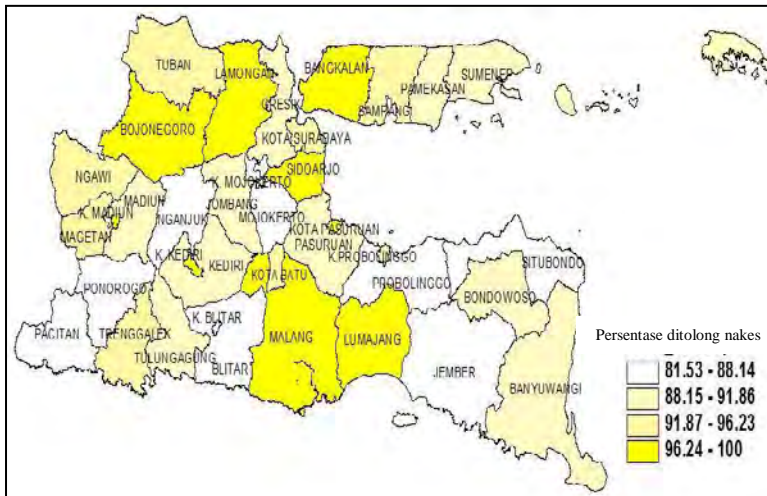
Gambar 4. 4 Persentase Penanganan Ibu Hamil Mengalami Komplikasi

4.1.6 Peta Persebaran Persentase Ibu Nifas Mendapat Pelayanan 2013

Nifas adalah periode mulai dari 6 jam sampai 42 hari pasca persalinan. Pelayanan kesehatan ibu nifas adalah pelayanan kesehatan pada ibu nifas sesuai standar, yang dilakukan sekurang-kurangnya tiga kali sesuai jadwal yang dianjurkan, yaitu pada 6 jam sampai dengan 3 hari pasca persalinan, pada hari ke-4 sampai dengan hari ke-28 pasca persalinan dan pada hari ke-29 sampai dengan hari ke-42 pasca persalinan. Rata-rata persentase ibu nifas mendapatkan pelayanan di Jawa Timur adalah 90,522%. Kabupaten/kota dengan persentase ibu nifas mendapat pelayanan adalah Kota Kediri yaitu sebesar 100%. Kabupaten/kota dengan persentase ibu nifas mendapatkan pelayanan terendah adalah Kabupaten Nganjuk yaitu sebesar 79,94%.

Keselamatan ibu dan bayi yang persalinannya yang dibantu oleh tenaga kesehatan akan lebih terjamin. Apabila terdapat kelainan dapat diketahui dan segera ditolong atau dirujuk ke puskesmas atau rumah sakit. Persalinan yang ditolong oleh tenaga kesehatan menggunakan peralatan yang aman, bersih dan steril sehingga mencegah terjadinya infeksi dan bahaya kesehatan lainnya. Rata-rata persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan di Jawa Timur adalah 91,849%. Kabupaten/kota dengan persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan tertinggi adalah Kabupaten Sidoarjo dan Kota Kediri yaitu sebesar 100%. Kabupaten/kota dengan persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan adalah Kota Blitar yaitu sebesar 81,53%.

Gambar 4.6 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah dengan persentase 81,53% sampai 88,14%. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan persentase 88,15% sampai 91,86%. Kategori 3 yaitu kategori tinggi dengan persentase 91,87% sampai 96,23%. Kategori 4 yaitu kategori sangat tinggi dengan persentase 96,24% sampai 100%. Kabupaten/kota yang masuk persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan sangat rendah adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Blitar, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Jember. Kabupaten/kota yang masuk kategori persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan sangat tinggi adalah Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Malang, Kabupaten Lumajang, Kabupaten Bangkalan, Kota Madiun, Kota Kediri dan Kota Pasuruan.



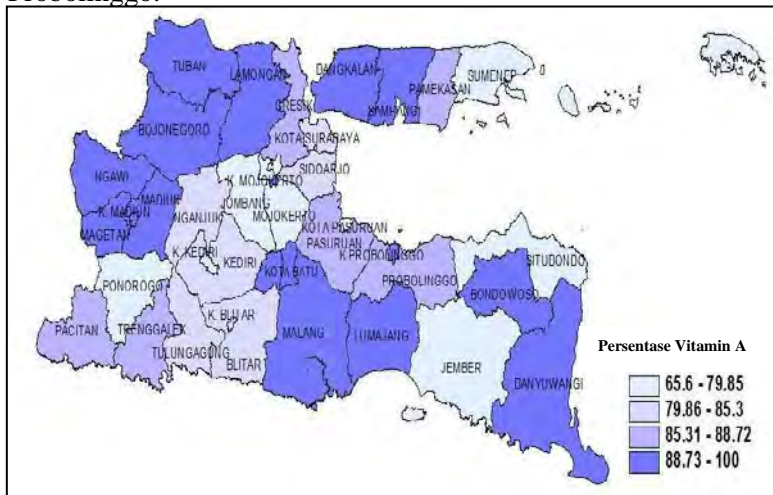
Gambar 4. 6 Persentase Persalinan ditolong Tenaga Kesehatan

4.1.8 Peta Persebaran Persentase Ibu Nifas Mendapatkan Vitamin A 2013

Pemberian Vitamin A pada ibu nifas memiliki manfaat penting bagi ibu dan bayi yang disusunya. Pada ibu hamil dan menyusui, Vitamin A berperan penting untuk memelihara kesehatan ibu selama masa kehamilan dan menyusui. Buta senja pada ibu menyusui, suatu kondisi yang kerap terjadi karena kurang vitamin A(KVA). Pemberian vitamin A kepada ibu nifas dilakukan sebanyak dua kali yaitu pertama kali segera setelah melahirkan dan yang kedua diberikan setelah 24 jam pemberian kapsul vitamin A yang pertama sampai kurun waktu 42 hari pasca melahirkan. Rata-rata persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A di Jawa Timur adalah 85,63%. Kabupaten/kota dengan persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A tertinggi adalah Kabupaten Bangkalan dan Kabupaten Sampang yaitu sebesar 100%. Kabupaten/kota dengan persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A terendah adalah Kota Kediri yaitu sebesar 65,6%.

Gambar 4.7 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah

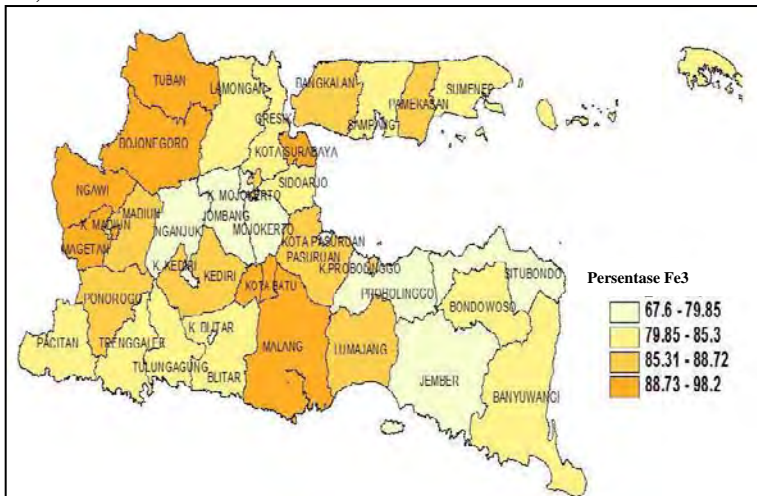
dengan persentase 65,60% sampai 79,57%. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan persentase 79,58% sampai 87,10%. Kategori 3 yaitu kategori tinggi dengan persentase 87,11% sampai 90,17%. Kategori 4 yaitu kategori sangat tinggi dengan persentase 90,18% sampai 100%. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat rendah adalah Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Jombang, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Jember, Kabupaten Sumenep dan Kota Kediri. Kabupaten/kota yang masuk kategori sangat tinggi adalah Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Lamongan, Kabupaten Bondowoso, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kota Madiun, Kota Batu dan Kota Probolinggo.



Gambar 4. 7 Persentase Ibu Nifas Mendapatkan Vitamin A
4.1.9 **Peta Persebaran Persentase Ibu Hamil Mendapatkan Fe3 2013**

Saat hamil, seorang ibu membutuhkan lebih banyak asupan gizi dan sel darah untuk kebutuhan ibu maupun janin. Pemberian tablet Fe3 dilakukan dalam upaya pencegahan dan penanggulangan anemia gizi pada saat ibu hamil. Selain itu, kekurangan kandungan Fe dalam tubuh menyebabkan kelahiran

bayi cenderung prematur dan berat bayi lahir rendah. Oleh karena itu pemberian tablet Fe₃ pada ibu hamil sangat diperlukan. Pemberian tablet dilakukan saat ibu hamil memeriksakan kehamilannya yang dibagi menjadi dua termin yaitu 30 tablet saat pemeriksaan pertama dan 60 tablet pada pemeriksaan kedua. Rata-rata persentase ibu hamil mendapatkan Fe₃ di Jawa Timur adalah 83,8%. Kabupaten/kota dengan persentase ibu hamil mendapatkan Fe₃ tertinggi adalah Kota Surabaya yaitu sebesar 98,2%. Kabupaten/kota dengan persentase ibu hamil mendapatkan Fe₃ terendah adalah Kota Pasuruan yaitu sebesar 76,6%.



Gambar 4. 8 Persentase Ibu Hamil Mendapatkan Fe³

Gambar 4.8 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya persentase ibu hamil mendapatkan Fe3. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah dengan persentase sebesar 67,6% sampai 79,85%. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan persentase 79,86% sampai 85,3%. Kategori 3 yaitu kategori tinggi dengan persentase 85,31% sampai 88,72%. Kategori 4 yaitu kategori sangat tinggi dengan persentase 88,73% sampai 98,2%. Kabupaten/kota yang masuk kategori persentase ibu hamil mendapatkan Fe3 sangat rendah

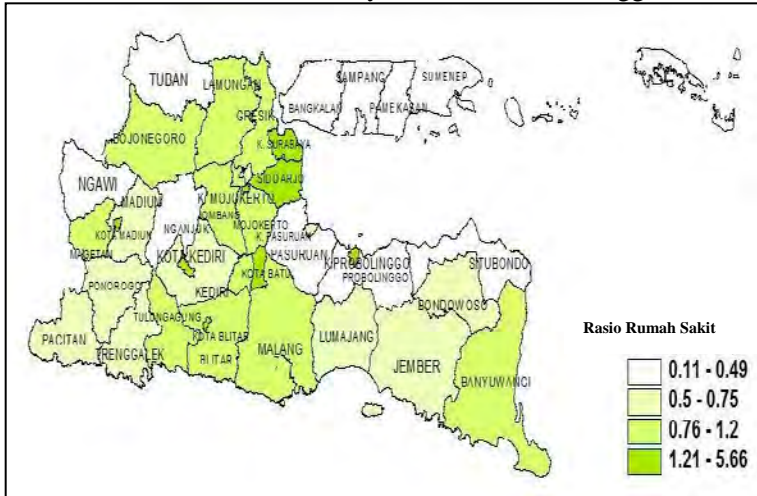
adalah Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Jombang, Kabupaten Mojokerto, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Jember, Kota Blitar dan Kota Probolinggo. Kabupaten/kota yang masuk kategori persentase ibu hamil mendapatkan Fe3 sangat tinggi adalah Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi, Kabupaten Bojonegoro, Kabupaten Tuban, Kabupaten Malang, Kota Madiun, Kota Batu dan Kota Surabaya.

4.1.10 Peta Persebaran Rasio Sarana Kesehatan Rumah Sakit 2013

Rumah sakit dibangun untuk memenuhi kebutuhan kesehatan masyarakat, salah satunya untuk menyediakan layanan proses persalinan. Ratio antara jumlah rumah sakit dengan jumlah penduduk di suatu wilayah dapat diartikan nilai kecukupan jumlah rumah sakit terhadap jumlah penduduk. Satu rumah sakit dihitung untuk melayani 100.000 penduduk. Rata-rata rasio sarana kesehatan rumah sakit di Jawa Timur adalah 1,231. Kabupaten/kota dengan rasio sarana kesehatan rumah sakit teringgi adalah Kabupaten Kota Mojokerto yaitu sebesar 5,66. Kabupaten/kota dengan persentase rasio sarana kesehatan puskesmas terendah adalah Kabupaten Sampang yaitu sebesar 0,11.

Gambar 4.9 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya rasio sarana kesehatan rumah sakit. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah dengan nilai rasio adalah antara 0,11 sampai 0,49. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan nilai rasio adalah antara 0,5 sampai 0,75. Kategori 3 yaitu kategori tinggi dengan nilai rasio adalah antara 0,76 sampai 1,2. Kategori 4 yaitu kategori sangat tinggi dengan nilai rasio adalah antara 1,21 sampai 5,66. Kabupaten/kota yang masuk kategori rasio sarana kesehatan rumah sakit sangat rendah adalah Kabupaten Ngawi, Kabupaten Tuban, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Situbondo, Kabupaten Bangkalan, Kabupaten Sampang, Kabupaten Pamekasan dan Kabupaten Sumenep. Kabupaten/kota yang masuk kategori rasio sarana kesehatan rumah sakit sangat tinggi

adalah Kabupaten Sidoarjo, Kota Madiun, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Batu, Kota Surabaya dan Kota Probolinggo.



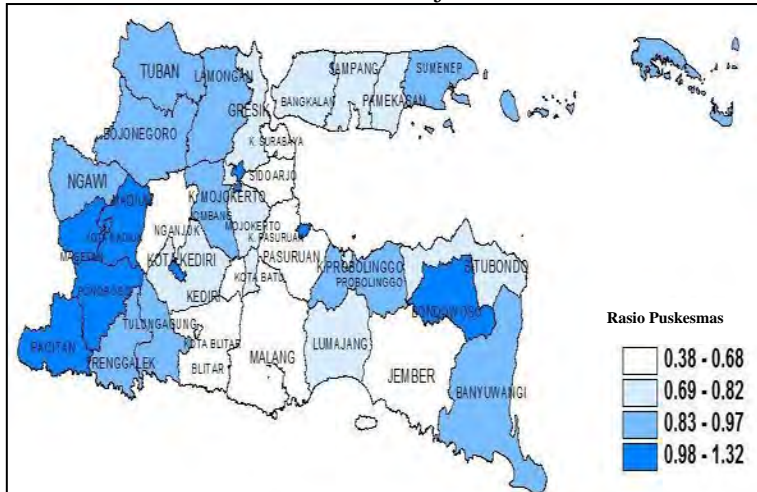
Gambar 4. 9 Rasio Sarana Kesehatan Rumah Sakit

4.1.11 Peta Persebaran Rasio Sarana Kesehatan Puskesmas 2013

Salah satu sarana yang ada pada puskesmas adalah Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) dimana puskesmas memantau kesehatan ibu saat hamil, proses kelahiran hingga pasca melahirkan. Satu puskesmas dihitung untuk melayani 30.000 penduduk. Rata-rata rasio sarana kesehatan puskesmas di Jawa Timur adalah 0,8295. Kabupaten/kota dengan rasio sarana kesehatan puskesmas tertinggi adalah Kabupaten Pacitan yaitu sebesar 1,32. Kabupaten/kota dengan rasio sarana kesehatan puskesmas terendah adalah Kabupaten Sidoarjo yaitu sebesar 0,38.

Gambar 4.10 menunjukkan pengkategorian kabupaten/kota di Jawa Timur berdasarkan besarnya rasio sarana kesehatan puskesmas. Kategori 1 yaitu kategori sangat rendah dengan nilai rasio sarana kesehatan puskesmas adalah antara 0,38 sampai 0,68. Kategori 2 yaitu kategori rendah dengan nilai rasio sarana kesehatan puskesmas adalah antara 0,69 sampai 0,82. Kategori 3

yaitu kategori tinggi dengan nilai rasio adalah antara 0,83 sampai 0,97. Kategori 4 yaitu kategori sangat tinggi dengan nilai rasio sarana kesehatan puskesmas adalah antara 0.98 sampai 1,32. Kabupaten/kota yang masuk kategori rasio sarana kesehatan puskesmas sangat rendah adalah Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Blitar, Kabupaten Malang, Kabupaten Jember, Kota Blitar dan Kota Surabaya. Kabupaten/kota yang masuk kategori rasio sarana kesehatan puskesmas sangat tinggi adalah Kabupaten Pacitan, Kabupaten Ponorogo, Kabupaten Magetan, Kabupaten Madiun, Kabupaten Bondowoso, Kota Madiun, Kota Mojokerto dan Kota Pasuruan



Gambar 4. 10 Rasio Sarana Kesehatan Puskesmas

4.2 Pemeriksaan Multikolinieritas

Sebelum dilakukan analisis menggunakan regresi Poisson dan regresi binomial negatif terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan multikolinieritas terhadap variabel prediktor yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi yang tinggi antar variabel prediktor. Beberapa cara yang dapat digunakan untuk mendeteksi multikolinieritas adalah koefisien korelasi Pearson, nilai minimum eigen matriks korelasi dan VIF

(*variance inflation factor*). Nilai koefisien Pearson ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4. 2 Koefisien Korelasi Pearson

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉
X ₁	1								
X ₂	0,722	1							
X ₃	-0,107	-0,129	1						
X ₄	0,811	0,794	-0,114	1					
X ₅	0,776	0,865	-0,045	0,902	1				
X ₆	0,383	0,152	0,047	0,351	0,305	1			
X ₇	0,424	0,428	-0,009	0,247	0,387	0,522	1		
X ₈	0,043	0,288	0,056	0,117	0,176	-0,166	0,080	1	
X ₉	0,084	0,154	0,269	0,139	-0,002	0,131	-0,059	0,138	1

Koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) yang lebih dari 0,95 menunjukkan adanya kasus multikolieritas. Berdasarkan Tabel 4.2 diketahui bahwa semua variabel prediktor memiliki koefisien korelasi Pearson kurang dari 0,95 artinya tidak terdapat kasus multikolinieritas, namun terdapat korelasi yang tinggi antara X₄ dengan X₁ dan X₂, X₅ dengan X₁ dan X₂, X₄ dan X₅.

Tabel 4. 3 Nilai Eigen dan VIF

Variabel	Eigen	VIF
X1	3.87560	3,571
X2	1.34181	6,993
X3	1.30203	1,309
X4	0.92024	9,709
X5	0.72619	11,494
X6	0.44482	2,232
X7	0.24421	2,457
X8	0.09315	1,221
X9	0.05195	1,634

Tabel 4.3 menunjukkan nilai eigen dari matriks korelasi dan VIF. Nilai eigen untuk X₁ sampai X₉ lebih besar dari 0,05. Artinya tidak terdapat multikolinieritas pada variabel prediktor. Namun nilai VIF X₄ sebesar 9,709 \approx 10 artinya terdapat kasus multikolinieritas pada X₄ (persentase ibu nifas mendapatkan pelayanan). Nilai VIF X₅ sebesar 11,494 artinya terdapat kasus multikolinieritas pada X₅ (persentase persalinan ditolong tenaga kerja). Sehingga pada analisis selanjutnya X₄ dan X₅ tidak diikuti-

sertakan. Sedangkan pada variabel prediktor yang lain nilai VIF kurang dari 10 sehingga tidak terdapat kasus multikolinieritas pada variabel lain.

4.3 Pemodelan Regresi Poisson

Data jumlah kematian ibu merupakan data *count* sehingga digunakan regresi Poisson untuk memodelkan jumlah kematian ibu. Variabel yang digunakan berjumlah tujuh variabel karena pada X_4 dan X_5 terdapat kasus multikolinieritas sehingga tidak diikutsertakan. Pada ketujuh variabel tersebut terdapat variabel persentase dan rasio sehingga variabel prediktor perlu distandarisasikan terlebih dahulu. Pengujian yang pertama kali dilakukan adalah uji serentak. Uji serentak dilakukan untuk mengetahui apakah variabel prediktor secara serentak memberikan pengaruh terhadap variabel respon. Hipotesis pengujian serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0 \quad ; j = 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9$$

Dengan *Software R* didapatkan nilai *deviance* sebesar 102,98 (Lampiran 5). Dengan taraf signifikansi 20% diperoleh nilai $\chi^2_{0,2;7}$ sebesar 9,80325 sehingga keputusan yang diambil tolak H_0 karena nilai *deviance* lebih besar dari *chi-square*. Artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon maka dilakukan pengujian parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad ; j = 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9$$

Dengan *Software R* didapatkan estimasi model regresi Poisson seperti pada Tabel 4.5. Dimana ZX_1 menunjukkan bahwa variabel X_1 yang digunakan untuk estimasi model regresi Poisson merupakan X_1 yang distandarisasi terlebih dahulu.

Tabel 4. 4 Estimasi Parameter Regresi Poisson

	<i>Estimate</i>	<i>Std.Error</i>	<i>Z Value</i>	<i>P Value</i>
<i>Intercept</i>	2,63260	0,04940	53,290	0,000000
ZX_1	0,08562	0,05998	1,428	0,153
ZX_2	-0,08177	0,06565	-1,246	0,213
ZX_3	0,19224	0,04583	4,195	0,000027
ZX_6	-0,22588	0,05445	-4,148	0,000033
ZX_7	0,29459	0,06268	4,700	0,000002
ZX_8	-0,50190	0,07759	-6,468	0,000000
ZX_9	-0,43217	0,05004	-8,636	0,000000

Berdasarkan Tabel 4.4 dengan taraf signifikansi 20% didapatkan $Z_{0,2/\frac{2}} = 1,28155$ diperoleh kesimpulan bahwa variabel yang memberikan pengaruh secara signifikan terhadap variabel respon adalah X_1 , X_3 , X_6 , X_7 , X_8 dan X_9 . Model regresi Poisson yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \ln(\hat{\mu}) &= 2,63260 + 0,08562ZX_1 - 0,08177ZX_2^* + 0,19224ZX_3 - 0,22588ZX_6 \\ &\quad + 0,29459ZX_7 - 0,50190ZX_8 - 0,43217ZX_9 \\ \ln(\hat{\mu}) &= 2,63260 + 0,08562\left(\frac{X_1 - 94,777}{4,818}\right) - 0,08177\left(\frac{X_2 - 87,567}{7,2}\right) \\ &\quad + 0,19224\left(\frac{X_3 - 86,6}{10,9}\right) - 0,22588\left(\frac{X_6 - 85,63}{8,47}\right) + 0,29459\left(\frac{X_7 - 83,8}{83,8}\right) \\ &\quad - 0,50190\left(\frac{X_8 - 1,231}{1,293}\right) - 0,43217\left(\frac{X_9 - 0,8295}{0,2119}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln(\hat{\mu}) &= 2,63260 + 0,0178X_1 - 0,0114X_2^* + 0,0176X_3 - 0,0176X_6 \\ &\quad + 0,0415X_7 - 0,3882X_8 - 2,0395X_9 \end{aligned}$$

*) Variabel tidak signifikan

Berdasarkan model regresi Poisson yang terbentuk dapat disimpulkan bahwa setiap kenaikan 1 persen ibu nifas mendapatkan vitamin A (X_6) maka akan menurunkan rata-rata jumlah kematian ibu akan sebesar $\exp(-0,0176) = 0,98$ dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap kenaikan 1 rasioa sarana kesehatan rumah sakit (X_8) maka akan menurunkan rata-rata

jumlah kematian ibu sebesar $\exp(-0,3882) = 0,68$ dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap kenaikan 1 rasio sarana kesehatan puskesmas (X_9) maka akan menurunkan rata-rata jumlah kematian ibu sebesar $\exp(-2,0395) = 0,13$ dengan asumsi variabel lain konstan.

4.4 Pemeriksaan Overdispersi

Asumsi yang terdapat pada regresi Poisson adalah *equidispersion* yaitu nilai means sama dengan varians. Tetapi pada kasus jumlah kematian ibu terdapat kasus overdispersi. Overdispersi dapat dideteksi dengan membagi *deviance* pada model regresi Poisson dengan derajat bebas.

Nilai *deviance* regresi Poisson adalah sebesar 102,98 dengan derajat bebas 30 sehingga hasil pembagian antara *deviance* dan derajat bebasnya sebesar 3,43. Nilai tersebut lebih dari 1, artinya terdapat overdispersi pada kasus jumlah kematian ibu. Overdispersi pada regresi Poisson akan menyebabkan estimasi parameter bias dan tidak efisien. Untuk mengatasi overdispersi pada regresi Poisson maka dilakukan pemodelan menggunakan regresi binomial negatif.

4.5 Pemodelan Regresi Binomial Negatif

Untuk mengatasi overdispersi pada model regresi Poisson akan dilakukan pemodelan menggunakan regresi binomial negatif. Dengan tujuh variabel prediktor dapat dibentuk 127 kemungkinan model regresi binomial negatif. Kombinasi terdiri dari satu variabel prediktor sampai dengan kombinasi tujuh variabel, kemudian akan dipilih model dengan AIC paling kecil untuk dijadikan model terbaik untuk kasus jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2013. Dimana X_{123} menunjukkan bahwa model terdiri dari variabel X_1 , X_2 dan X_3 , X_{1236} menunjukkan bahwa model terdiri dari variabel X_1 , X_2 , X_3 dan X_6 . Berikut merupakan kemungkinan model regresi binomial negatif untuk setiap kombinasi variabel prediktor dengan menggunakan taraf signifikansi 20%.

Tabel 4. 5 Model Binomial Negatif Kombinasi Variabel

No	Model	AIC	Variabel Signifikan	No	Model	AIC	Variabel Signifikan
1	X ₁₂₃	293	-	51	X ₁₃₈₉	265.73	X ₃ , X ₈ , X ₉
2	X ₁₂₆	292.58	-	52	X ₁₆₇₈	273.81	X ₆ , X ₇ , X ₈
3	X ₁₂₇	289.67	X ₂ , X ₇	53	X ₁₆₇₉	280.78	X ₇ , X ₉
4	X ₁₂₈	284.5	X ₈	54	X ₁₆₈₉	268.89	X ₈ , X ₉
5	X ₁₂₉	279.01	X ₉	55	X ₁₇₈₉	265.13	X ₇ , X ₈ , X ₉
6	X ₁₃₆	293.47		56	X ₂₃₆₇	290.79	X ₂ , X ₇
7	X ₁₃₇	292.37	X ₇	57	X ₂₃₆₈	282.45	X ₂ , X ₆ , X ₈
8	X ₁₃₈	284.21	X ₈	58	X ₂₃₆₉	279.62	X ₃ , X ₉
9	X ₁₃₉	278.26	X ₃ , X ₉	59	X ₂₃₇₈	282.35	X ₇ , X ₈
10	X ₁₆₇	291.46	X ₇	60	X ₂₃₇₉	276.27	X ₂ , X ₃ , X ₇ , X ₉
11	X ₁₆₈	280.72	X ₁ , X ₆ , X ₈	61	X ₂₃₈₉	265.5	X ₃ , X ₈ , X ₉
12	X ₁₆₉	280.26	X ₉	62	X ₂₆₇₈	273.75	X ₆ , X ₇ , X ₈
13	X ₁₇₈	280.32	X ₇ , X ₈	63	X ₂₆₇₉	277.52	X ₂ , X ₇ , X ₉
14	X ₁₇₉	278.52	X ₇ , X ₉	64	X ₂₆₈₉	269.04	X ₈ , X ₉
15	X ₁₈₉	267.61	X ₈ , X ₉	65	X ₂₇₈₉	264.98	X ₇ , X ₈ , X ₉
16	X ₂₃₆	293.66	-	66	X ₃₆₇₈	273.55	X ₆ , X ₇ , X ₈
17	X ₂₃₇	289.94	X ₇	67	X ₃₆₇₉	279.28	X ₃ , X ₉
18	X ₂₃₈	284.05	X ₈	68	X ₃₆₈₉	265.63	X ₃ , X ₈ , X ₉
19	X ₂₃₉	278.41	X ₃ , X ₉	69	X ₃₇₈₉	261	X ₃ , X ₇ , X ₈ , X ₉
20	X ₂₆₇	288.55	X ₇	70	X ₆₇₈₉	260.93	X ₆ , X ₇ , X ₈ , X ₉
21	X ₂₆₈	281.24	X ₂ , X ₆ , X ₈	71	X ₁₂₃₆₇	291.99	X ₂ , X ₇
22	X ₂₆₉	279.42	X ₉	72	X ₁₂₃₆₈	283.87	X ₆ , X ₈
23	X ₂₇₈	280.2	X ₇ , X ₈	73	X ₁₂₃₆₉	281.51	X ₃ , X ₉
24	X ₂₇₉	275.45	X ₂ , X ₇ , X ₉	74	X ₁₂₃₇₈	284.6	X ₇ , X ₈
25	X ₂₈₉	267.52	X ₈ , X ₉	75	X ₁₂₃₇₉	278.32	X ₂ , X ₇ , X ₉
26	X ₃₆₇	291.44	X ₇	76	X ₁₂₃₈₉	267.78	X ₃ , X ₈ , X ₉
27	X ₃₆₈	282.53	X ₆ , X ₈	77	X ₁₂₆₇₈	275.23	X ₆ , X ₇ , X ₈
28	X ₃₆₉	278.18	X ₉	78	X ₁₂₆₇₉	279.31	X ₂ , X ₇ , X ₉
29	X ₃₇₈	280.35	X ₇ , X ₈	79	X ₁₂₆₈₉	271.02	X ₈ , X ₉
30	X ₃₇₉	277.08	X ₉	80	X ₁₂₇₈₉	267.24	X ₇ , X ₈ , X ₉
31	X ₃₈₉	263.93	X ₈ , X ₉	81	X ₁₃₆₇₈	275.52	X ₆ , X ₇ , X ₈
32	X ₆₇₈	271.44	X ₆ , X ₇ , X ₈	82	X ₁₃₆₇₉	281.26	X ₃ , X ₇ , X ₉
33	X ₆₇₉	281.39	X ₉	83	X ₁₃₆₈₉	266.62	X ₃ , X ₈ , X ₉
34	X ₆₈₉	267.68	X ₈ , X ₉	84	X ₁₃₇₈₉	263.94	X ₃ , X ₇ , X ₈ , X ₉
35	X ₇₈₉	263.18	X ₇ , X ₈ , X ₉	85	X ₁₆₇₈₉	263.27	X ₇ , X ₈ , X ₉
36	X ₁₂₃₆	294.69	-	86	X ₂₃₆₇₈	274.88	X ₆ , X ₇ , X ₈
37	X ₁₂₃₇	291.9	X ₂ , X ₇	87	X ₂₃₆₇₉	278.39	X ₂ , X ₇ , X ₉

Tabel 4. 5 Model Binomial Negatif Kombinasi Variabel (Lanjutan)

No	Model	AIC	Variabel Signifikan	No	Model	AIC	Variabel Signifikan
38	X ₁₂₃₈	286.23	X ₈	88	X ₂₃₆₈₉	266.63	X ₃ , X ₈ , X ₉
39	X ₁₂₃₉	279.23	X ₃ , X ₉	89	X ₂₃₇₈₉	263.93	X ₃ , X ₇ , X ₈ , X ₉
40	X ₁₂₆₇	289.7	X ₂ , X ₆ , X ₇	90	X ₂₆₇₈₉	262.78	X ₆ , X ₇ , X ₈ , X ₉
41	X ₁₂₆₈	282.72	X ₆ , X ₈	91	X₃₆₇₈₉	258.92	X₃, X₆, X₇, X₈, X₉
42	X ₁₂₆₉	281.23	X ₉	92	X ₁₂₃₆₇₈	277.12	X ₆ , X ₇ , X ₈
43	X ₁₂₇₈	282.41	X ₇ , X ₈	93	X ₁₂₃₆₇₉	280.24	X ₂ , X ₇ , X ₉
44	X ₁₂₇₉	277.45	X ₂ , X ₇ , X ₉	94	X ₁₂₃₆₈₉	268.69	X ₃ , X ₈ , X ₉
45	X ₁₂₈₉	269.69	X ₈ , X ₉	95	X ₁₂₃₇₈₉	266.24	X ₃ , X ₇ , X ₈ , X ₉
46	X ₁₃₆₇	293.67	X ₇	96	X ₁₂₆₇₈₉	264.77	X ₆ , X ₇ , X ₈ , X ₉
47	X ₁₃₆₈	281.89	X ₁ , X ₆ , X ₈	97	X ₁₃₆₇₈₉	263.67	X ₃ , X ₆ , X ₇ , X ₈ , X ₉
48	X ₁₃₆₉	280.43	X ₃ , X ₉	98	X ₂₃₆₇₈₉	261.16	X ₃ , X ₆ , X ₇ , X ₈ , X ₉
49	X ₁₃₇₈	282.44	X ₇ , X ₈	99	X ₁₂₃₆₇₈₉	290.97	-
50	X ₁₃₇₉	278.96	X ₃ , X ₇ , X ₉				

Kombinasi variabel prediktor yang menghasilkan AIC terkecil dan memiliki variabel signifikan terbanyak adalah kombinasi X₃, X₆, X₇, X₈ dan X₉ dengan AIC yang dihasilkan sebesar 258,92. Sehingga kombinasi dari lima variabel tersebut yang akan dibuat model regresi binomial negatif. Pengujian yang pertama kali dilakukan adalah uji serentak dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_3 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j=3, 6, 7, 8, 9$$

Dengan *Software R* didapatkan *deviance* sebesar 32,054 (Lampiran 10). Dengan taraf signifikansi 7% diperoleh $\chi^2_{0,07;5}$ sebesar 10,19103 sehingga keputusan yang diambil tolak H₀. Artinya minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon. Untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon maka dilakukan pengujian parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0; j = 3, 6, 7, 8, 9$$

Dengan *Software R* didapatkan estimasi model regresi binomial negatif seperti pada Tabel 4.6 berikut. Dimana ZX₁

menunjukkan bahwa variabel X_1 yang digunakan untuk estimasi model regresi binomial negatif merupakan X_1 yang telah distandarisasi terlebih dahulu.

Tabel 4. 6 Estimasi Parameter Regresi Binomial Negatif

	<i>Estimate</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t value</i>	<i>P value</i>
(Intercept)	2,63001	0,08414	31,258	0,000000
ZX3	0,16559	0,08553	1,936	0,061739
ZX6	-0,21683	0,10127	-2,141	0,039980
ZX7	0,28864	0,10081	2,863	0,007339
ZX8	-0,58473	0,11707	-4,995	0,000020
ZX9	-0,39891	0,09232	-4,321	0,000141

Dengan taraf signifikansi 7% didapatkan kesimpulan variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon adalah X_3 , X_6 , X_7 , X_8 dan X_9 . Model regresi binomial negatif yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\ln(\hat{\mu}) &= 2,63001 + 0,16559ZX_3 - 0,21683ZX_6 + 0,28864ZX_7 - 0,58473ZX_8 \\ &\quad - 0,39891ZX_9 \\ \ln(\hat{\mu}) &= 2,63001 + 0,16559\left(\frac{X_3 - 86,6}{10,9}\right) - 0,21683\left(\frac{X_6 - 85,63}{8,47}\right) \\ &\quad + 0,28864\left(\frac{X_7 - 83,8}{83,8}\right) - 0,58473\left(\frac{X_8 - 1,231}{1,293}\right) - 0,39891\left(\frac{X_9 - 0,8295}{0,2119}\right) \\ \ln(\hat{\mu}) &= 2,63001 + 0,0152X_3 - 0,0256X_6 + 0,0407X_7 - 0,4522X_8 \\ &\quad - 1,8825X_9\end{aligned}$$

Berdasarkan model regresi binomial negatif yang terbentuk dapat disimpulkan bahwa setiap kenaikan 1 persen ibu nifas mendapatkan vitamin A (X_6) maka akan menurunkan rata-rata jumlah kematian ibu sebesar $\exp(-0,0256) = 0,97$ dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap kenaikan 1 satuan rasio rumah sakit (X_8) maka akan menurunkan rata-rata jumlah kematian ibu sebesar $\exp(-0,4522) = 0,64$ dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap kenaikan 1 satuan rasio puskesmas (X_9) maka

akan menurunkan rata-rata jumlah kematian ibu sebesar $\exp(-1,8825) = 0,15$ dengan asumsi variabel lain konstan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2013 tertinggi adalah Kota Surabaya sebanyak 49 kasus, sedangkan jumlah kematian ibu terendah adalah Kota Blitar, Kota Mojokerto dan Kota Batu. Rata-rata jumlah kematian ibu di Jawa Timur tahun 2013 adalah 17 kasus.
2. Pemodelan jumlah kematian ibu menggunakan regresi binomial negatif diketahui bahwa variabel yang signifikan adalah persentase penanganan ibu hamil mengalami komplikasi, persentase ibu nifas mendapatkan vitamin A, persentase ibu hamil mendapatkan Fe3, rasio sarana kesehatan rumah sakit dan rasio sarana kesehatan puskesmas.

5.2 Saran

Pada penelitian ini masih banyak permasalahan yang belum dikaji mendalam dan detail. Oleh karena itu, saran yang dapat direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penambahan variabel prediktor yang memberikan pengaruh dalam upaya penurunan jumlah kematian ibu.
2. Diharapkan adanya upaya peningkatan pelayanan dan sarana kesehatan untuk menekan peningkatan jumlah kematian ibu.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. 2007. *Categorical Data Analysis. Second Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Aristia, R. 2013. *Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu Hamil di Jawa Timur Menggunakan Regresi Binomial Negatif dan Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bozdogan, H. 2000. *Akaike's Information Criterion and Recent Developments in Information Complexity. Mathematical Psychology*, 44, 62-91.
- Cameron, A. C. dan Trivedi, P. K. 1998. *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Drapper, N. dan Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Evadianti, E. 2014. *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Tahun Dengan Geographically Weighted Negative Binomial Regression (GWNBR)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Greene, W. 2008. Functional forms for the negative binomial model for count data. *Economics Letters* 99(3), 585-590
- Hardin, J. W. dan Hilbe, J. M. 2007. *Generalized Linier Models and Extensins Second Edition*. Texas: Stata Press.
- Hocking, R. R. 1996. *Methods and applications of linier models: regression and the analysis of variance*. New York: John Wiley and Sons.
- Hu, S. 2007. *Akaike Information Criterion*. Center for Research in Scientific Computation North California State University, Raleigh.
- Mochtar, R. 1998. *Sinopsis Obstetri, Obstetri Sosial Edisi ke Dua*. Jakarta: EGC.
- Myers, R. 1990. *Classicaland Modern Regression with Applications, second edition*. Boston: PWS-KENT Publishing Company.

- Novita, L. 2012. *Pemodelan Maternal Mortality di Jawa Timur dengan pendekatan Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Permana, R. R. A. 2014. *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Dengan Pendekatan Generalized Poisson Regression (GPR) dan Regresi Binomial Negatif*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prawirohardjo, S. 2009. *Ilmu Kebidanan*. Jakarta: Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.
- Rachmah, N. F. 2014. *Pemodelan Jumlah Kematian Ibu dan Jumlah Kematian Bayi di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Bivariate Poisson Regression*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Qomariyah, N. 2013. *Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur dengan Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR) Ditinjau dari segi Fasilitas Kesehatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Walpole, Ronald. 1995. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- WHO. 2010. *International Statistical Classification of Disease and Related Health Problem, tenth revision. Vol. 1: Tabular list. Vol 2: Instruction manual*. Geneva: World Health Organization.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Jumlah Kematian Ibu dan Faktor Yang Mempengaruhi.....	53
Lampiran 2	Standardisasi Variabel.....	55
Lampiran 3	Statistika Deskriptif.....	56
Lampiran 4	Nilai VIF Variabel Prediktor.....	56
Lampiran 5	Output Software R Regresi Poisson.....	57
Lampiran 6	Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X9).....	58
Lampiran 7	Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X8 dan X9).....	58
Lampiran 8	Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X7, X8 dan X9).....	59
Lampiran 9	Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X6, X7, X8 dan X9).....	59
Lampiran 10	Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X3, X6, X7, X8 dan X9).....	60
Lampiran 11	Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X2, X3, X6, X7, X8 dan X9).....	60
Lampiran 12	Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X1, X2, X3, X6, X7, X8 dan X9).....	61
Lampiran 13	Syntax Program R.....	62

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Kematian Ibu dan Faktor Yang Mempengaruhi

No	Kota	Y	X1	X2	X3	X4
1	Pacitan	10	89,69	81,85	96,81	87,54
2	Ponorogo	12	94,41	86,93	91,73	87,59
3	Trenggalek	10	99,9	84,81	94,21	93,04
4	Tulungagung	17	93,38	86,68	68,45	84,55
5	Blitar	16	91,72	82,6	65,14	86,44
6	Kediri	34	96,19	91,01	84,61	89,66
7	Malang	39	99,95	95,25	80,18	96,68
8	Lumajang	23	100	89,32	100	94,18
9	Jember	36	92,28	69,78	81,57	82,63
10	Banyuwangi	33	90,64	82,58	82,06	88,02
11	Bondowoso	22	99,62	86,92	100	93,47
12	Situbondo	17	87,86	76,99	87,28	80,32
13	Probolinggo	12	93,56	78,52	100	86,56
14	Pasuruan	28	95,98	85,86	86,51	88,78
15	Sidoarjo	26	100	97,39	68,4	98,8
16	Mojokerto	22	90,03	81,16	89,7	85,5
17	Jombang	18	90,66	85,79	95,11	88,31
18	Nganjuk	24	83,67	78,98	92,68	79,94
19	Madiun	11	95,33	88,82	76,38	89,72
20	Magetan	8	95,72	90,39	90,29	91,76
21	Ngawi	12	91,21	90,58	94,69	92,16
22	Bojonegoro	20	95,29	87,59	100	93,9
23	Tuban	12	95,56	89,61	80,38	92,45
24	Lamongan	17	99,02	95,4	91,31	96,72
25	Gresik	22	88,67	82,56	98,07	87,74
26	Bangkalan	11	98,78	93,2	60,81	97,56
27	Sampang	19	100	79,98	89,7	94,68
28	Pamekasan	13	96,32	87,93	72,63	87,77
29	Sumenep	9	91,44	86,84	70,16	94,2
30	Kediri (Kota)	4	100	100	83,89	100
31	Blitar (Kota)	1	81,31	71,42	96,22	81,12
32	Malang (Kota)	20	91,74	90,32	89,41	88,51
33	Probolinggo (Kota)	8	100	93,3	78,53	94,01
34	Pasuruan (Kota)	2	99,09	98,88	94,4	97,39
35	Mojokerto (Kota)	1	95,27	92,23	81,14	92,09
36	Madiun (Kota)	3	100	97,73	100	95,41
37	Surabaya (Kota)	49	100	98,11	98,73	89,19
38	Batu (Kota)	1	97,23	90,22	79,67	91,46

Lampiran 1. Data Jumlah Kematian Ibu dan Faktor Yang Mempengaruhi (Lanjutan)

No	Kota	X5	X6	X7	X8	X9
1	Pacitan	87.6	87.5	81.9	0.55	1.32
2	Ponorogo	87.77	75.6	86.9	0.7	1.08
3	Trenggalek	93.5	85.6	83.6	0.59	0.97
4	Tulungagung	89.03	84.8	83.8	1.19	0.92
5	Blitar	86.52	83.4	82	0.88	0.64
6	Kediri	91.78	82.3	88.6	0.66	0.73
7	Malang	99.99	90.1	90.5	0.92	0.47
8	Lumajang	98.98	89.5	87.2	0.59	0.74
9	Jember	82.92	72.9	75.4	0.51	0.62
10	Banyuwangi	89.34	89.3	84.6	0.89	0.86
11	Bondowoso	91.39	98.3	85.3	0.53	1
12	Situbondo	81.63	75.9	76	0.45	0.77
13	Probolinggo	87.11	88.7	78.5	0.45	0.88
14	Pasuruan	89.99	88.3	85.7	0.39	0.64
15	Sidoarjo	100	80.1	81.1	1.21	0.38
16	Mojokerto	87.99	76.5	76.2	1.13	0.76
17	Jombang	88.19	74.1	70.8	1.14	0.83
18	Nganjuk	87.82	80.3	76.1	0.49	0.58
19	Madiun	90.46	89.9	85.8	0.6	1.17
20	Magetan	91.87	89	90	0.8	1.06
21	Ngawi	92.95	91.4	89.1	0.24	0.88
22	Bojonegoro	97.35	96.9	90.6	0.82	0.88
23	Tuban	93.45	89.7	90	0.35	0.87
24	Lamongan	96.84	97.1	85.3	0.83	0.83
25	Gresik	89.39	86.7	81.7	0.89	0.78
26	Bangkalan	97.63	100	86.3	0.21	0.7
27	Sampang	92.35	100	80.8	0.11	0.69
28	Pamekasan	88.5	86.5	87.5	0.48	0.72
29	Sumenep	91.85	76.6	80.3	0.28	0.85
30	Kediri (Kota)	100	65.6	71.1	4.35	0.98
31	Blitar (Kota)	81.53	80.2	71.7	3.68	0.66
32	Malang (Kota)	92.25	71.3	92.4	2.73	0.54
33	Probolinggo (Kota)	92.69	93.3	88.5	2.22	0.8
34	Pasuruan (Kota)	97.63	78	67.6	0.52	1.25
35	Mojokerto (Kota)	93.16	89.4	85.8	5.66	1.21
36	Madiun (Kota)	97.25	97.2	97.7	4.05	1.04
37	Surabaya (Kota)	96.03	81.4	98.2	2.13	0.66
38	Batu (Kota)	95.54	90.4	89.9	2.54	0.76

Lampiran 2. Standardisasi Variabel

ZX1	ZX2	ZX3	ZX4	ZX6	ZX7	ZX8	ZX9
-1.05587	-0.79378	0.936908	-0.58442	0.221205	-0.26789	-0.52642	2.314596
-0.07614	-0.08839	0.470688	-0.57462	-1.1837	0.436111	-0.41039	1.182133
1.063405	-0.38277	0.698291	0.493351	-0.00311	-0.02853	-0.49548	0.663087
-0.28994	-0.12311	-1.66585	-1.17033	-0.09755	-0.00037	-0.03135	0.427157
-0.6345	-0.68964	-1.96962	-0.79997	-0.26284	-0.25381	-0.27115	-0.89405
0.293327	0.478142	-0.18275	-0.16899	-0.3927	0.675472	-0.44133	-0.46938
1.073784	1.066894	-0.58932	1.206639	0.528158	0.942993	-0.24021	-1.69621
1.084162	0.243474	1.229672	0.716743	0.457323	0.478351	-0.49548	-0.42219
-0.51827	-2.46978	-0.46175	-1.54657	-1.50245	-1.1831	-0.55736	-0.98842
-0.85868	-0.69242	-0.41678	-0.49036	0.433711	0.11227	-0.26341	0.144041
1.005286	-0.08978	1.229672	0.577613	1.496241	0.21083	-0.54189	0.804645
-1.43572	-1.46863	0.062287	-1.99924	-1.14828	-1.09861	-0.60377	-0.28063
-0.25258	-1.25618	1.229672	-0.77646	0.362876	-0.74661	-0.60377	0.238413
0.249738	-0.23697	-0.00838	-0.34143	0.315652	0.267151	-0.65019	-0.89405
1.084162	1.364047	-1.67044	1.62207	-0.65243	-0.38053	-0.01588	-2.12089
-0.98529	-0.8896	0.284384	-0.98417	-1.07744	-1.07045	-0.07776	-0.32782
-0.85453	-0.24669	0.780889	-0.43353	-1.36078	-1.83078	-0.07003	0.002483
-2.30543	-1.1923	0.557875	-2.0737	-0.62882	-1.08453	-0.57283	-1.17717
0.114818	0.174046	-0.93807	-0.15723	0.504546	0.281231	-0.48774	1.606806
0.19577	0.392051	0.338531	0.242524	0.398293	0.872593	-0.33303	1.087761
-0.74036	0.418434	0.742344	0.320907	0.681635	0.745872	-0.76622	0.238413
0.106515	0.003252	1.229672	0.661875	1.330958	0.957073	-0.31756	0.238413
0.162559	0.283743	-0.57096	0.377735	0.480934	0.872593	-0.68113	0.191227
0.880745	1.087723	0.432142	1.214477	1.35457	0.21083	-0.30983	0.002483
-1.26759	-0.6952	1.052545	-0.54523	0.126758	-0.29605	-0.26341	-0.23345
0.830929	0.782238	-2.36701	1.379082	1.696941	0.351631	-0.78942	-0.61093
1.084162	-1.05345	0.284384	0.814722	1.696941	-0.42277	-0.86678	-0.65812
0.320311	0.050463	-1.28223	-0.53935	0.103146	0.520592	-0.58057	-0.51656
-0.69262	-0.10089	-1.50891	0.720662	-1.06564	-0.49317	-0.73528	0.096855
1.084162	1.726463	-0.24883	1.85722	-2.36428	-1.78854	2.413055	0.710273
-2.79529	-2.24206	0.88276	-1.84247	-0.64062	-1.70406	1.894779	-0.79968
-0.63035	0.382331	0.257769	-0.39434	-1.69135	1.210514	1.159911	-1.36591
1.084162	0.796124	-0.74075	0.68343	0.905946	0.661392	0.765403	-0.13907
0.895275	1.570944	0.715729	1.345769	-0.90035	-2.28134	-0.54962	1.984294
0.102364	0.647547	-0.50122	0.30719	0.445517	0.281231	3.426399	1.79555
1.084162	1.411258	1.229672	0.957772	1.366376	1.956757	2.180991	0.993389
1.084162	1.464024	1.113117	-0.26109	-0.49895	2.027157	0.695784	-0.79968
0.509198	0.368445	-0.63613	0.183737	0.563576	0.858513	1.012937	-0.32782

Lampiran 3. Statistika Deskriptif

Descriptive Statistics: Y, X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9

Variable	Mean	Variance	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Y	16.89	126.20	1.00	9.75	16.50	22.25	49.00
X1	94.777	23.210	81.310	91.382	95.445	99.690	100.000
X2	87.57	51.86	69.78	82.58	87.76	92.47	100.00
X3	86.60	118.73	60.81	80.05	89.56	95.39	100.00
X4	90.522	26.042	79.940	87.578	90.590	94.185	100.000
X5	91.849	24.309	81.530	88.140	91.860	96.233	100.000
X6	85.63	71.75	65.60	79.57	87.10	90.17	100.00
X7	83.80	50.44	67.60	79.85	85.30	88.72	98.20
X8	1.231	1.671	0.110	0.487	0.750	1.195	5.660
X9	0.8295	0.0449	0.3800	0.6825	0.8150	0.9725	1.3200

Lampiran 4. Nilai VIF Variabel Prediktor

Regression Analysis: Y versus X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9

The regression equation is

$$Y = -4.5 + 0.875 X1 - 0.006 X2 + 0.194 X3 - 1.42 X4 + 0.807 X5 - 0.277 X6 + 0.297 X7 - 3.04 X8 - 25.1 X9$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-4.53	34.10	-0.13	0.895	
X1	0.8755	0.5306	1.65	0.110	3.568
X2	-0.0061	0.4970	-0.01	0.990	6.995
X3	0.1945	0.1420	1.37	0.182	1.308
X4	-1.4206	0.8247	-1.72	0.096	9.671
X5	0.8066	0.9296	0.87	0.393	11.472
X6	-0.2765	0.2388	-1.16	0.257	2.233
X7	0.2971	0.2988	0.99	0.329	2.459
X8	-3.037	1.157	-2.63	0.014	1.221
X9	-25.106	8.165	-3.07	0.005	1.635

S = 8.23148 R-Sq = 59.4% R-Sq(adj) = 46.3%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	2772.38	308.04	4.55	0.001
Residual Error	28	1897.20	67.76		
Total	37	4669.58			

Lampiran 5. Output Software R Regresi Poisson

```
Call:
glm(formula = Y ~ ZX1 + ZX2 + ZX3 + ZX6 + ZX7 + ZX8 + ZX9,
     family = poisson,
     data = TA)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.611  -1.420  -0.310   1.024   4.739

Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  2.63260    0.04940   53.290 < 2e-16 ***
ZX1           0.08562    0.05998    1.428  0.153
ZX2          -0.08177    0.06565   -1.246  0.213
ZX3           0.19224    0.04583    4.195 2.73e-05 ***
ZX6          -0.22588    0.05445   -4.148 3.35e-05 ***
ZX7           0.29459    0.06268    4.700 2.60e-06 ***
ZX8          -0.50190    0.07759   -6.468 9.90e-11 ***
ZX9          -0.43217    0.05004   -8.636 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

    Null deviance: 289.39  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 102.98  on 30  degrees of freedom
AIC: 284.7

Number of Fisher Scoring iterations: 5
```

Lampiran 6. Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X_9)

```
Call:
glm(formula = Y ~ ZX9, family = negative.binomial(2.685), data =
TA)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.7988  -0.5911  -0.1228   0.3890   1.4460

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.74502    0.09111   30.129 < 2e-16 ***
ZX9          -0.43222    0.09421   -4.588 5.26e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(2.685) family taken
to be 0.7121749)

Null deviance: 50.347  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 36.188  on 36  degrees of freedom
AIC: 275.98

Number of Fisher Scoring iterations: 4
```

Lampiran 7. Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X_8 dan X_9)

```
Call:
glm(formula = Y ~ ZX8 + ZX9, family negative.binomial(3.847),
data = TA)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.4561  -0.6524  -0.1621   0.3946   2.5936

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.68481    0.09631  27.876 < 2e-16 ***
ZX8          -0.42628    0.11574  -3.683 0.000773 ***
ZX9          -0.42802    0.09997  -4.282 0.000137 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(3.847) family taken
to be 1.017021)

Null deviance: 65.908  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 35.059  on 35  degrees of freedom
AIC: 265.83
```

```
Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Lampiran 8. Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X_7 , X_8 dan X_9)

```
Call:
glm(formula = Y ~ ZX7 + ZX8 + ZX9, family =
  negative.binomial(4.369),
  data = TA)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.64115  -0.67002  -0.05538   0.60405   1.90191

Coefficients:
              Estimate Std. Error    t value    Pr(>|t|)
(Intercept)  2.66374     0.08764    30.395 < 2e-16 ***
ZX7           0.19199     0.09234     2.079  0.045216 *
ZX8          -0.47544     0.10939    -4.346  0.000119 ***
ZX9          -0.40793     0.09094    -4.486  7.89e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(4.369) family taken
to be 0.9090786)

Null deviance: 72.142  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 34.074  on 34  degrees of freedom
AIC: 263.18

Number of Fisher Scoring iterations: 6
```

Lampiran 9. Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X_6 , X_7 , X_8 dan X_9)

```
Call:
glm(formula = Y ~ ZX6 + ZX7 + ZX8 + ZX9, family =
  negative.binomial(4.901),
  data = TA)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.53642  -0.67732  -0.03994   0.53775   1.84507

Coefficients:
              Estimate Std. Error    t value    Pr(>|t|)
(Intercept)  2.64589     0.08497    31.139 < 2e-16 ***
ZX6          -0.21499     0.10322    -2.083  0.045093 *
ZX7           0.30083     0.10365     2.902  0.006552 **
ZX8          -0.57020     0.11567    -4.930  2.27e-05 ***
ZX9          -0.35098     0.08909    -3.940  0.000399 ***
```

```

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(4.901) family taken
to be 0.9095862)

Null deviance: 78.092  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 33.024  on 33  degrees of freedom
AIC: 260.93

Number of Fisher Scoring iterations: 7

```

Lampiran 10. Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X_3 , X_6 , X_7 , X_8 dan X_9)

```

Call:
glm(formula = Y ~ ZX3 + ZX6 + ZX7 + ZX8 + ZX9, family =
negative.binomial(5.485),
    data = TA)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.44486  -0.67906  -0.05775   0.48060   2.16334

Coefficients:
            Estimate Std. Error  t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.63001    0.08414  31.258  < 2e-16 ***
ZX3           0.16559    0.08553   1.936  0.061739 .
ZX6          -0.21683    0.10127  -2.141  0.039980 *
ZX7           0.28864    0.10081   2.863  0.007339 **
ZX8          -0.58473    0.11707  -4.995  2.02e-05 ***
ZX9          -0.39891    0.09232  -4.321  0.000141 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.485) family taken
to be 0.950455)

Null deviance: 84.206  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 32.054  on 32  degrees of freedom
AIC: 258.92

Number of Fisher Scoring iterations: 7

```

Lampiran 11. Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan X_2 , X_3 , X_6 , X_7 , X_8 dan X_9)

```

Call:
glm(formula = Y ~ ZX2 + ZX3 + ZX6 + ZX7 + ZX8 + ZX9, family =
negative.binomial(5.233),
    data = TA)

```

```

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.43954  -0.67897  -0.07192   0.46025   2.06614

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.62973    0.08488  30.983 < 2e-16 ***
ZX2          -0.03073    0.10625  -0.289  0.774337
ZX3           0.16047    0.08873   1.809  0.080225 .
ZX6          -0.21571    0.10230  -2.109  0.043167 *
ZX7           0.30478    0.11539   2.641  0.012823 *
ZX8          -0.57277    0.12072  -4.745  4.46e-05 ***
ZX9          -0.39627    0.09460  -4.189  0.000216 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.233) family taken
to be 0.9375212)

    Null deviance: 81.618  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 31.040  on 31  degrees of freedom
AIC: 261.16

Number of Fisher Scoring iterations: 8

```

Lampiran 12. Output Software R Regresi Binomial Negatif (Y dengan $X_1, X_2, X_3, X_6, X_7, X_8$ dan X_9)

```

Call:
glm(formula = Y ~ ZX1 + ZX2 + ZX3 + ZX6 + ZX7 + ZX8 + ZX9, family = negative.binomial(5), data = TA)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.4272  -0.7154  -0.1035   0.4677   2.1222

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.62975    0.08655  30.384 < 2e-16 ***
ZX1           0.06725    0.13164   0.511  0.613165
ZX2          -0.07415    0.13862  -0.535  0.596628
ZX3           0.15934    0.09070   1.757  0.089153 .
ZX6          -0.23517    0.11139  -2.111  0.043196 *
ZX7           0.30453    0.11751   2.591  0.014620 *
ZX8          -0.56669    0.12396  -4.572  7.79e-05 ***
ZX9          -0.38925    0.09691  -4.017  0.000365 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5) family taken to be
0.9462667)

```



```

Null deviance: 79.158  on 37  degrees of freedom
Residual deviance: 29.918  on 30  degrees of freedom
AIC: 263.28

```

```

Number of Fisher Scoring iterations: 7

```

Lampiran 13. Syntax Program R

##Memanggil Data##

```
TA=read.table("E://TA.txt",header=TRUE)
```

```
TA
```

##Model Poisson##

```
poisson=glm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX6+ZX7+ZX8+ZX9,family=poisson,data=TA)
```

```
summary(poisson)
```

##Regresi Binomial Negatif##

```
library(MASS)
```

```
regnegbin=glm(Y~ZX1+ZX2+ZX3+ZX4+ZX6+ZX7+ZX8+ZX9,family=negative.binomial(5.1323),data=TA)
```

```
summary(regnegbin)
```

BIOGRAFI PENULIS



Terlahir di Ponorogo pada tanggal 22 Oktober, Bunga Indah Kusuma Wardani merupakan anak kedua dari dua bersaudara dengan kakak laki-laki bernama Dian Cahyo Nugroho. Putri dari pasangan Bapak Suwarni dan Ibu Masfufah ini menempuh jenjang pendidikan formal mulai dari TK Dharma Wanita Rejoso Nganjuk, SDN 2

Tonatan Ponorogo, SMPN 1 Ponorogo, SMAN 1 Ponorogo. Pada tahun 2012 ia diterima menjadi mahasiswa Diploma III Jurusan Statistika ITS dengan NRP. 1312 030 016 dan lulus pada tahun 2015 dengan laporan Tugas Akhir “Pemodelan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Kematian Ibu di Jawa Timur Tahun 2013 Menggunakan Regresi Binomial Negatif”. Selain menjalani aktifitas akademik, Bunga juga mengasah *softskill* dengan mengikuti pelatihan dan kepanitiaan kegiatan kampus lainnya. Apabila pembaca memiliki saran, kritik, atau ingin berdiskusi dengan penulis, silahkan menghubungi kontak atau email ke bunga1307@gmail.com – 085649351113.